

४४

१



ध्वनिवर्धन आणि

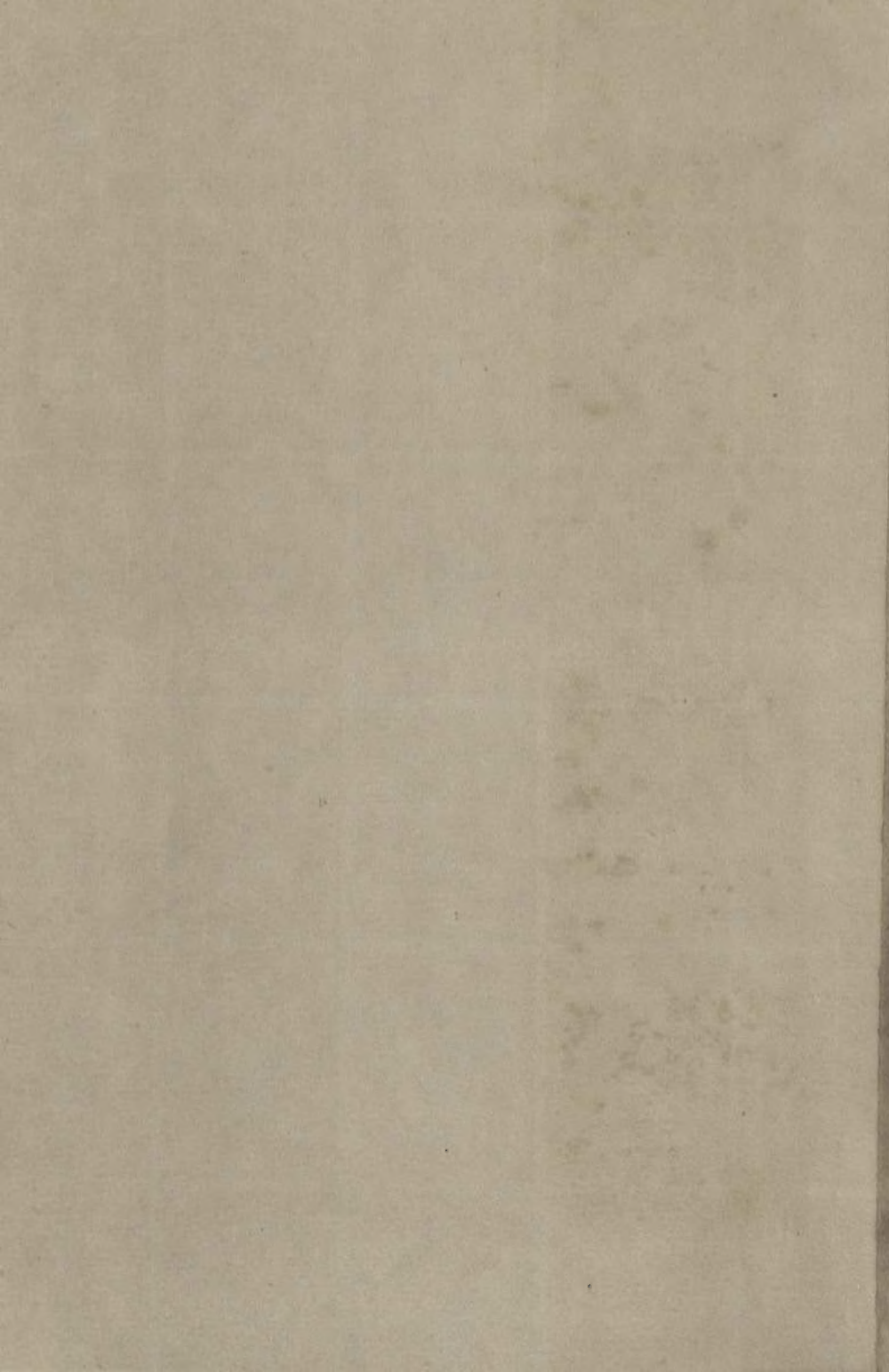
पितरण व्यवस्था

(अर्थात लाऊडस्पीकर व्यवस्था)

लेखक : श्री. वि. सोहोनी

बी.ए. असोसिएट, आय.ई.टी.ई

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृति मंडळ, मुंबई

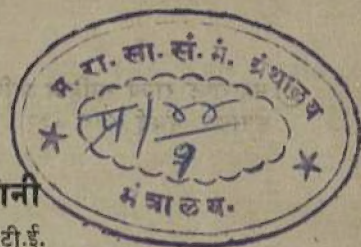


ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था

लेखक

श्रीनिवास विनायक सोहोनी

बी.ए., अॅसोसिएट आय.ई.टी.ई.



महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ

प्रथमावृत्ती, सप्टेंबर १९७७

© महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
मंत्रालय, मुंबई ४०० ०३२

प्रकाशक

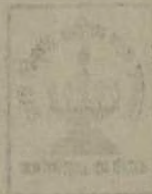
सचिव

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
मंत्रालय, मुंबई ४०० ०३२

मुद्रक

व्यवस्थापक,

शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय
मुंबई ४०० ००४



मूल्य : २२ रुपये

निवेदन

आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रांत त्याच-प्रमाणे भारतीय प्राचीन संस्कृती, इतिहास, कला इत्यादी विषयांत मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे हा मुख्य उद्देश लक्षात घेऊन साहित्य संस्कृती मंडळाने वाङ्मय निर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. मराठी विश्वकोश, मराठी भाषेचा शब्दकोश, वाङ्मयकोश, विज्ञानमाला, भाषांतर-माला, आंतरभारती-विश्वभारती, महाराष्ट्रेतिहास इत्यादी योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत केल्या आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठी विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील संशोधनात्मक व अद्ययावत माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. शिक्षणाच्या प्रसाराने मराठी भाषेचा विकास होईल ही गोष्ट तर निर्विवादच आहे. पण मराठी भाषेचा विकास होण्यास आणखीही एक साधन आहे आणि ते साधन म्हणजे मराठी भाषेत निर्माण होणारे उत्कृष्ट वाङ्मय हे होय. जीवनाच्या भाषेतच ज्ञान व संस्कृती यांचे अधिष्ठान तयार व्हावे लागते. जोपर्यंत माणसे परकीय भाषेच्याच आश्रयाने शिक्षण घेतात, कामे करतात व विचार व्यक्त करतात तोपर्यंत शिक्षण सकस वनत नाही, संशोधनाला परावलंबित्व रहाते व विचाराला असलपणा येत नाही. एवढेच नव्हे तर वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञानापासून सर्वसामान्य माणसे वंचित राहतात.

३. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून विद्यापीठीय स्तरावर अशा प्रकारचे स्वरूप व दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रज्ञावंत पंडितांपर्यंत मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त

अशा परिभाषासूची किंवा परिभाषाकोश तयार होत आहेत. पश्चिमी भाषांना अशा प्रकारच्या कोशांची गरज नसते, याचे कारण उघड आहे. पश्चिमी भाषांत ज्या विद्यांचा संग्रह केलेला असतो, त्या विद्यांची परिभाषा सतत वापराने रूढ झालेली असते. त्या शब्दांचे अर्थ त्यांच्या उच्चारंबरोबर वा वाचनाबरोबर वाचकांच्या लक्षात येतात, निदान त्या त्या विषयांतील जिज्ञासूंना तरी ते माहीत असतात. अशी स्थिती मराठी किंवा अन्य भारतीय भाषांची नाही. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात प्रतिष्ठित लेखांत व ग्रंथांत समर्पकपणे वारंवार उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त करण्याची त्यात शक्ती येते. अशा तऱ्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्थशून्य राहतात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञानविज्ञानाची भाषा बनविण्याकरिता शासन, विद्यापीठे, प्रकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी मराठी ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

४. बरील उद्देश ध्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला आहे त्यातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकवर्गाकरिता, इंग्रजी न येणाऱ्या कुशल कामगारांकरिता व पदवी/पदविका घेतलेल्या अभियंत्यांकरिता सुबोध भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किंमतीत देण्याची व्यवस्था केलेली आहे. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीरविज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, ज्योतिषशास्त्र, भौतिकी, रेडिओ, अणुविज्ञान, सांख्यिकी, स्थापत्यशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, इत्यादी विषयांवर ३५ दर्जेदार पुस्तके विज्ञानमालेत प्रकाशित केली आहेत. वस्त्रोद्योग, प्रकाशचित्रणकला, गणकयंत्रे, रंग, कृत्रिम धागे, खनिज तेल व तज्जन्य रसायने, पुस्तक-बांधणी मोटारदुरुस्ती, वैमानिक विद्या, अवकाशयान, सागरनिर्मिती, इत्यादी इतर अनेक विषयांवर पुस्तके तयार होत आहेत.

५. मंडळाच्या विज्ञानमालेत 'Public Address System' या विषयावर श्री. श्री. वि. सोहोनी यांनी ग्रंथरचना केली असून सदर ग्रंथ 'ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था' या शीर्षकाने प्रकाशित करण्यास मंडळास आनंद होत आहे.

६. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळे मान्यवर नेत्यांना आधुनिक काळात लाखोंच्या समुदायापुढे भाषण करता येते याची समर्पक कल्पना देण्यासाठी

स्व. पं. जवाहरलाल नेहरू यांच्या एका विराट सभेचे चित्र वरील प्रकाशनात अंतर्भूत करण्यास प्रमुख संचालक, प्रसिद्धी व जनसंपर्क, महाराष्ट्र राज्य, मंत्रालय, मुंबई-३२ यांनी मंडळास अनुमती दिल्याबद्दल त्यांचे मी आभार मानतो. त्याच-प्रमाणे, आहुजा रेडिओज, नवी दिल्ली-२० या कंपनीने Public Address System साठी वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे दोन मंडल-नकाशे मंडळाच्या वरील प्रकाशनात छापण्याची परवानगी दिल्याबद्दल त्यांचेही मी मनःपूर्वक आभार मानतो.

७. या विषयावरील प्रस्तुत पुस्तक हे मराठीतील पहिलेच पुस्तक असल्याने मराठी वाचकांच्या दृष्टीने एक उणीव भरून निघाली आहे. या विषयाच्या अभ्यासकांना, व्यावसायिकांना व या विषयाची रुची असलेल्या सर्वसाधारण मराठी वाचकांना श्री. सोहोनी यांचे प्रस्तुत पुस्तक उपयुक्त होईल अशी आशा आहे.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी

अध्यक्ष

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ

मुंबई :

फाल्गुन २, शके १८९८

सोमवार, दिनांक २१ फेब्रुवारी १९७७

प्रस्तावना

इंग्रजीत ज्या विषयास "Public Address System" किंवा "Sound Reinforcement and Distribution System" असे म्हणतात त्या विषयावर मराठी भाषेतून समग्र तांत्रिक माहिती देणारे हे पहिलेच प्रकाशन असल्याने ह्या प्रकाशनाच्या उद्दिष्टांविषयी स्पष्टीकरण किंवा समर्थन करण्याची आवश्यकता नाही.

"Public Address System" ह्या विषयासाठी वृत्तपत्र व्यावसायिकांनी "लाऊड-स्पीकर व्यवस्था" ही मराठी पारिभाषिक शब्दरचना ह्या विषयावरील हे तांत्रिक लिखाण प्रसिद्ध होण्यापूर्वीच कित्येक वर्षे रूढ केली आहे आणि सामान्य मराठी भाषिकांस ह्या शब्दरचनेत अभिप्रेत असलेला अर्थ सहज व ताबडतोब लक्षात येतो. परंतु "लाऊडस्पीकर व्यवस्था" ऐवजी "ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था" ही पारिभाषिक शब्दरचना तांत्रिक दृष्ट्या अधिक अर्थपूर्ण व समर्पक असल्याने हीच शब्दरचना ह्या पुस्तकात वापरली आहे.

एक उपजीविकेचे साधन ह्या दृष्टीने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था आज कित्येक अनभिज्ञ व्यावसायिकांकडून हाताळली जात असल्याचे आढळून येते. अशा अनभिज्ञ व्यावसायिकांना ह्या विषयाची तांत्रिक माहिती नसल्याने व ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वैयक्तिक व सार्वजनिक समारंभांमध्ये कित्येकदा एक जाहिरातबाजीचे साधन म्हणून वापरली जाऊ लागल्याने ती एक उपयुक्त साधन न होता, सामान्य जनांस तिच्या कर्णकर्कश (आणि बहुधा विकृत) आवाजामुळे आसमंतात तासन् तास गडबड-गोंधळ, त्रास व कटकट निर्माण करणारी व त्यामुळे मनःशांती ढळण्यास कारणीभूत होणारी व्याद वाटू लागली आहे. अनभिज्ञ व्यावसायिकांनी ह्या प्रकाशनाचा अभ्यास केला तर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील निरनिराळी उपकरणे व साधनसामग्री त्यांना नीटपणे हाताळता तर येतीलच, परंतु त्यांचा हल्ली चाललेला अनावश्यक दुरुपयोगही त्यांच्या हातून होणार नाही अशी लेखकास आशा वाटते.

ध्वनिवर्धन व वितरण ह्या विषयावर तांत्रिक माहिती ह्या पुस्तकात क्रमशः अशा रीतीने सादर केली आहे की, ज्या वाचकास ह्या विषयाची काहीही माहिती नाही त्यासही ती जास्त प्रयास न होता अवगत व्हावी. सुरुवातीच्या सहा प्रकरणांमध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे सामान्य विवेचन केल्यानंतर अशा व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणांची व साधनसामग्रीची सविस्तर तांत्रिक माहिती दिली आहे. नंतर

प्रकरण ७ व ८ मध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उभारणीविषयीचे व ह्या संबंधात निर्माण होणाऱ्या विविध समस्या व त्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या अत्याधुनिक तंत्रांविषयीचे सविस्तर विवेचन केले आहे. प्रकरण ९ मध्ये काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांचे व शेवटच्या म्हणजे दहाव्या प्रकरणात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची नित्य देखभाल व काळजी व कार्यातील विश्वसनीयतेसाठी (Reliability) वापरल्या जाणाऱ्या उपाययोजनांविषयीचे विवेचन केले आहे. त्यामुळे वाचकास ह्या एका प्रकाशनात बरील विषयांबरील सर्वांगीण व अत्याधुनिक माहिती उपलब्ध होईल.

आजच्या वैज्ञानिक व यांत्रिक युगात तंत्रविज्ञानाची प्रचंड वेगाने घोडदौड चालली असताना कोणत्याही वैज्ञानिक आणि तांत्रिक विषयाची नुसती तोंडओळख असून भागणार नाही. व्यावहारिक उपयुक्ततेच्या दृष्टीने कित्येक विषयांचे वावरीत आज बऱ्याच उच्च स्तरावरील वैज्ञानिक व तांत्रिक ज्ञानाची आणि तपशिलाची आवश्यकता आहे. व्यावहारिक उपयुक्ततेचा हा दृष्टिकोन समोर ठेवून व तांत्रिक विषयाची प्रतिष्ठा कायम राखून “ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था” विषयीची तांत्रिक माहिती, आकृत्या व रेखाचित्रांच्या सहाय्याने सुबोध व सोप्या मराठी भाषेत देण्याचा प्रयत्न ह्या पुस्तकात केला आहे. ह्या अवघड कार्यात ज्या काही प्रमुख इंग्लिश व अमेरिकन ग्रंथांचा आधार ह्या पुस्तकाच्या लिखाणासाठी लाभला अशा ग्रंथांची यादी ह्या पुस्तकाचे शेवटी दिली आहे.

ग्रंथ प्रकाशनाच्या कार्यात अनेक संस्थांचे सहकार्य व अनेक व्यक्तींचा हातभार लागावा लागतो. “ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था” ह्या पुस्तकाचा मंडळाचे प्रकाशन म्हणून स्वीकार केल्याबद्दल सर्वप्रथम महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळाचे आभार मानले पाहिजेत. पुस्तकातील चित्रे, आकृत्या, नकाशे तसेच पुस्तकासाठी आकर्षक वेष्टण तयार करण्याचे काम शासकीय मध्यवर्ती मुद्रण व लेखनसामग्री संचालनालयाच्या “कला विभागा” वर सोपविण्यात आले होते. हे काम अतिशय परिश्रमपूर्वक व आस्थेने केल्याबद्दल “कला विभाग” चे आभार मानणे आवश्यक आहे. पुस्तकाच्या उत्कृष्ट छपाई आणि बांधणीचे श्रेयही शासकीय मध्यवर्ती मुद्रण व लेखनसामग्री संचालनालयाकडे जाते. उत्कृष्ट व दर्जेदार छपाई कामाचे बाबतीत शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय एक नामांकित संस्था म्हणून आज अग्रेसर आहे. शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालयातील संबंधित सर्व व्यक्तींनी लेखकास अमोल सहकार्य देऊन छपाईचे काम अनेक अडचणी असताना देखील थोडक्या अवघीत मोठ्या हिरिरीने पूर्ण केल्याबद्दल त्या सर्वांचे जेवढे आभार मानावेत तेवढे थोडेच. शेवटी वेळोवेळी काढून मुद्रिते तपासण्यास लेखकास सहाय्य केल्याबद्दल सौ. विमला श्री. सोहोनी ह्यांचेही येथे आभार मानले पाहिजेत.

“ध्वनिबर्धन आणि वितरण व्यवस्था” हे प्रकाशन रेडिओ दुरुस्ती व संबंधित विषयांच्या परीक्षेच्या दृष्टीने अभ्यास करणाऱ्या विद्यार्थ्यांस उपयुक्त तर होईलच, परंतु सर्वसामान्य जिज्ञासू वाचकांसही ह्या प्रकाशनातील तांत्रिक माहिती सहज पेलण्यासारखी आहे असा लेखकास विश्वास वाटतो. “ध्वनिबर्धन आणि वितरण व्यवस्थे” वरील ह्या प्रकाशनासही लेखकाच्या “रेडिओ रचना आणि कार्य”, “रेडिओ दुरुस्ती” आणि “रेकॉर्ड प्लेअर” ह्या प्रकाशनांप्रमाणे वाचकांकडून उदार आश्रय मिळेल अशी लेखकास दृढ आशा वाटते.

श्री. वि. सोहोनी

२८ मार्च १९७७

ब्लॉक नं. ११, बिल्डिंग नं. १

महाराष्ट्र हाऊसिंग बोर्ड

चित्तरंजन नगर (राजावाडी कॉलनी)

घाटकोपर, मुंबई ४०० ०७७



अनुक्रमणिका

प्रस्तावना	पृष्ठ
१. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था—सामान्य विवेचन	१
२. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा ठोकळ आराखडा	१४
३. मायक्रोफोन्स	२१
४. मायक्रोफोन मिक्सर व ॲम्प्लिफायर विभाग	४१
५. लाऊडस्पीकर्स	४९
६. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील इतर उपकरणे व साधनसामग्री ..	५८
७. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची उभारणी—काही संकेत, काही समस्या ..	६३
८. लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व विभागणी—काही अधिक समस्या ..	८६
९. काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था	१००
१०. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था—नित्य देखभाल व काळजी आणि कार्यातील विश्वसनीयता.	१०९
विषय सूची	११७
पारिभाषिक शब्दांची सूची	१२३
ग्रंथ सूची	१२७

प्रकरण १

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था—सामान्य विवेचन (Sound reinforcement and distribution system)

प्रास्ताविक

आज सर्वांच्या परिचयाची असलेली "पब्लिक अँड्रेस सिस्टिम" (Public Address System) किंवा "ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था" (Sound reinforcement and distribution system) रेडिओ प्रक्षेपणापेक्षाही जुनी आहे असे विधान जर एखाद्याने केले तर त्यावर कित्येकांचा विश्वास बसण्यासारखा नाही. पाश्चात्य देशांत सन १९२१ पर्यंत रेडिओ प्रक्षेपणाचा सार्वजनिक असा वापर सुरू झालेला नव्हता. परंतु त्या पूर्वी ५-६ वर्षे म्हणजे सन १९१५ मध्ये सेंटफ्रॅन्सिस्को येथे "लाऊडस्पीकरचे जनक" म्हणून सुप्रसिद्ध असलेले डॅनिश शास्त्रज्ञ पीटर जेनसन ह्यांच्या सन्मानार्थ भरलेल्या समारंभात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे पहिले प्रायोगिक उद्घाटन झाले होते. आधुनिक जीवनात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेने रेडिओइतके अग्रगण्य नसले तरी बरेच महत्त्वाचे स्थान पटकाविले आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची उद्दिष्टे व उपयुक्तता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उद्दिष्टांविषयी व उपयुक्ततेविषयी जास्त सविस्तरपणे लिहिण्याची गरज नाही. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे मुख्य उद्दिष्ट म्हणजे मोठ्या संख्येत उपस्थित असलेल्या विराट श्रोतृसमुदायासंदर्भात विवक्षित ठिकाणी चाललेला कार्यक्रम नीट व व्यवस्थितपणे ऐकू येईल अशी सोय करणे. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळेच केवळ आज लावलासोयच्या श्रोतृसमुदायाम आपल्या मान्यवर नेत्यांचे भाषण ऐकणे शक्य झाले आहे. ह्या पानाच्या डाव्या बाजूवरील चित्र पहा. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची सोय उपलब्ध नसेल तर बक्त्यास आपले भाषण सर्वांना ऐकू येण्यासाठी कंठशोष करावा लागतो. साहजिकच बक्त्या-जवळ बसलेले श्रोते अशा आरडाओरडीमुळे त्रस्त होतात आणि उलटपक्षी बक्त्यापासून दूर अंतरावर बसलेल्या श्रोत्यांना कान टक्करून भाषण ऐकावे लागते. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळे श्रोतृसमुदायातील विवक्षित व्यक्ती व्यासर्पीटापासून जवळ किंवा लांब अंतरावर कोठेही बसलेली असो, अशा व्यक्तीला संभाषण किंवा संगीताचा कार्यक्रम नैसर्गिकपणे, स्पष्टपणे व आराम-शीरपणे ऐकू येऊ शकतो.

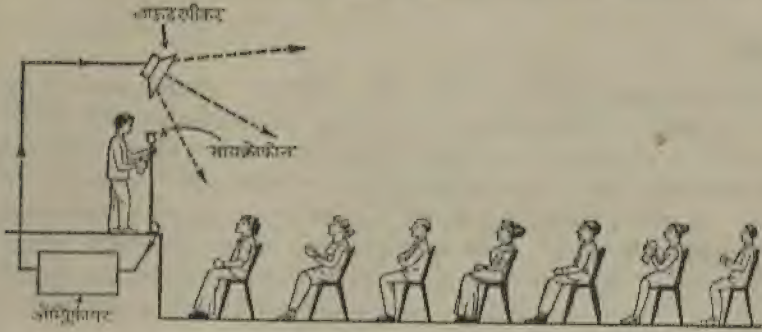
विविध क्षेत्रातील उपयुक्तता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा उपयोग आज विविध क्षेत्रांत केला जात आहे. अशा निरनिराळ्या सर्व क्षेत्रांचा उल्लेख करावयाचे ठरविले तर त्यांची एक भली मोठी यादी तयार होईल. परंतु पुढे दिलेल्या काही उदाहरणांवरून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या विस्तृत कार्याची व उपयुक्ततेची वाचकास चांगली कल्पना येऊ शकेल. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा वापर लहान मोठ्या सभागृहांमधील संभाषणे व संगीत कार्यक्रमांसाठी, विमानतळ, रेल्वे स्टेशने, एस्. टी. स्टॅंड

इत्यादी स्थळांवर घोषणा व निवेदने करण्यासाठी, रैस-कोर्सवर घोड्यांच्या शर्यतीसाठी, फुटबॉल, टेनिससारख्या सामन्यांसाठी, मर्कशीच्या खेळांसाठी, नाटक सिनेमा थिएटरांमध्ये, शाळा-कॉलेजां-मध्ये, कारखान्यांमध्ये व इतर अनेक वैयक्तिक व सार्वजनिक उत्सव व करमणुकीच्या कार्यक्रमांसाठी आज केला जात असल्याचे आपण पाहतो.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे मूलभूत स्वरूप

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था म्हणजे तिच्या नावाप्रमाणे ध्वनिलहरी विस्तारित किंवा जोरदार करून नंतर त्यांचे योग्य वितरण करण्याची योजना असते असे म्हणावयास हरकत नाही.



आकृती १-१

आकृती १-१ मध्ये अशा प्रकारची एक अगदी साधी व मूलभूत योजना दर्शविली आहे. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी झेलण्यासाठी व त्यांचे समान अशा विद्युतलहरींमध्ये रूपांतर करण्यासाठी मायक्रोफोन हे उपकरण वापरले जाते. मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या विद्युतलहरींचे प्रवर्धन करण्यासाठी नंतर त्यांची अॅम्प्लिफायरकडे रवानगी केली जाते. अॅम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धित झालेल्या विद्युतलहरींची जोडणी वाहक जोडतारांतर्फे एक किंवा अधिक लाउडस्पीकर्सशी केली जाते. लाउडस्पीकरमध्ये अशा विद्युतलहरींचे पुन्हा ध्वनिलहरींमध्ये रूपांतर होते आणि अशा ध्वनिलहरींचे श्रोतसमुदायामध्ये लाउडस्पीकरतर्फे वितरण झाल्याने त्या त्यांना व्यवस्थितपणे ऐकू येऊ शकतात. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेविषयी वाचकास सर्वसाधारण कल्पना येण्यासाठी मुद्दामच साध्या आणि सोप्या व्यवस्थेचे उदाहरण घेतले आहे. बरीलपेक्षा बिस्तृत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांमध्ये बरील उपकरणांव्यतिरिक्त इतरही साधने व उपकरणे वापरली जातात. ह्या उपकरणांविषयीची व साधनसामग्रीविषयीची सामान्य माहिती पुढील प्रकरणांत दिली आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था—दोन प्रकारांत वर्गीकरण

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे दोन ठोकळ प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते: (१) बंदिस्त किंवा मर्यादित जागेत (Indoor) वापरली जाणारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था. (२) घराबाहेर खुल्या जागी किंवा मैदानात (Outdoor) वापरली जाणारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था.

दोन्ही प्रकारांत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एकूण आराखडा (Design) आणि उभारणी (Installation) त्याचप्रमाणे एकंदर कार्यपद्धती सर्वस्वी एकाच धर्तीची असते.

परंतु दोन्ही प्रकारांच्या बाबतीत त्यांचा व्यवहारात उपयोग करतेवेळी मात्र कित्येकदा खास समस्या निर्माण होतात आणि त्या सोडविण्यासाठी निरनिराळ्या उपकरणांची व साधनांची निवड व जोडणी-उभारणी मोठ्या कुशलतेने व कल्पकतेने करावी लागते. ह्या बाबतीत अधिक तांत्रिक विवेचन पुढे योग्य स्थळी केले आहे.

योग्य उपकरणांची निवड

खुल्या जागी उभारावयाच्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे व साधनसामग्री अधिक कणखर बनावटीची असणे आवश्यक असते, कारण त्यांना ऊन, वारा, पाऊस आदींकरून ऋतुमानांप्रमाणे निरनिराळ्या परिस्थितीशी मुकाबला करावा लागतो. बंदिस्त जागी वापरावयाची साधनसामग्री व उपकरणे उच्च दर्जाची असावी लागतात. कारण पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे बंदिस्त जागी विवक्षित आगेच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांच्या (Acoustics) दृष्टीने काही खास अडथळी निर्माण होतात व त्यासाठी उच्च दर्जाची उपकरणे व साधनसामग्री वापरणे आवश्यक असते.

उपकरणांची व साधनसामग्रीची निवड करताना ध्वनिक्षेपित करावयाचा कार्यक्रम संभाषणाचा आहे की संगीताचा आहे हा विचारही कित्येकदा महत्त्वाचा असतो. संभाषणाच्या कार्यक्रमात बक्त्याचा आवाज स्वच्छ व सुस्पष्टपणे ऐकू येणे हे महत्त्वाचे उद्दिष्ट असते. ह्या उलट संगीताच्या कार्यक्रमात संगीत लहरी नैसर्गिक व हुबेहुबपणे ऐकावयास मिळणे आणि विशेष म्हणजे संगीत स्वरमालांची सुश्राव्यता अबाधित राहाणे महत्त्वाचे असते. साहजिकच संगीत कार्यक्रमाचे क्षेपण करण्यासाठी वापरावयाची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अधिक प्रभावी व कार्यक्षम असणे अत्यावश्यक असते.

आदर्श व्यवस्था

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे कार्य उत्तम्या सहजतेने झाले पाहिजे की कार्यक्रमात तिच्या उपकरणांचा किंवा साधनसामग्रीचा दृश्य किंवा श्राव्य स्वरूपात व्यत्यय येता कामा नये. खरोखर म्हणजे ज्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत प्रत्येक श्रोत्यास आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येतो व श्रोत्यास आपण कृत्रिम रीत्या बघित केलेल्या ध्वनिलहरी ऐकत आहोत ह्याची यत्किचितही जाणीव उत्पन्न होत नाही ती ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था सर्वोत्तम, उत्कृष्ट दर्जाची आणि आदर्श व्यवस्था असते असे म्हणावयास हरकत नाही.

कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability)

कार्यक्रमाच्या ऐनरंगात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेने जर दगा दिला तर श्रोत्यांचा किती हिरमोड होतो हे आपणा सर्वांच्या परिचयाचे आहे. कित्येकदा श्रोतवर्ग अशा प्रसंगी संतप्त होऊन परिस्थिती आटोक्याबाहेर जाण्याची देखील शक्यता असते आणि त्यादृष्टीने कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability) ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या बाबतीत एक अत्यंत महत्त्वाची अपेक्षा असते असे म्हणावयास हरकत नाही. कार्यातील विश्वसनीयता बऱ्याच अंशी जी उपकरणे व साधनसामग्री वापरली जाते त्यांच्या दर्जावर व बनावटीवर तर अवलंबून असतेच परंतु ज्या पद्धतीने त्यांची जोडणी व उभारणी केलेली असते व ती करताना काही नित्य विषाड टाळण्याच्या दृष्टीने जी खबरदारी व काळजी घेतली जाते त्यावरही अवलंबून असते. कार्यातील विश्वसनीयतेविषयीचे अधिक विवेचन पुढे प्रकरण १० मध्ये केलेले आहे.

विद्युत धोक्यापासून सुरक्षितता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणांची व साधनसामग्रीची उभारणी करताना वक्त्यांना किंवा श्रोत्यांना विद्युतधोका (Electric shock hazards) निर्माण होणार नाही ह्याविषयी सर्वसमंत नियम पाळून योग्य साबरदारी घेणे आवश्यक असते. केबल्स, जोडतारा वगैरेवरील विद्युत-विरोधक आवरण (Insulation) निघून गेल्याने किंवा इतर उपकरणांपासून अन्य प्रकारे विद्युत धक्का बसणार नाही ह्याची काळजी घेतली पाहिजे.

काही प्रमुख समस्या

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा व्यवहारात वापर करताना कित्येकदा व्यक्तिगत आणि विशिष्ट स्थळानुसार भिन्न समस्या निर्माण होतात आणि ध्वनितंत्रशास अशा समस्यांणी मुकाबला करावा लागतो.

निरनिराळ्या सभागृहांमध्ये सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांमध्ये (Acoustics) बरीच भिन्नता आढळून येते व अशी भिन्नता लक्षात घेऊन योग्य योजनेची कौशल्याने व कल्पकतेने निवड करावी लागते. काही अगदी बारीक आवाजाच्या वक्त्यांचा आवाज सभागृहाच्या पुढच्या रांगेत बसलेल्या श्रोत्यांना सुद्धा ऐकू येण्याचो कित्येकदा मारामार असतो. काही सभागृहांमध्ये आवाज इतका घुमतो की, ध्वनिनिनाद (Reverberation) कमी कसा करता येईल हा मुख्य प्रश्न असतो. त्या दृष्टीने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा प्रभावी रीतीने वापर करण्याच्या दृष्टीने संभाषण करणारी व्यक्ती त्याचप्रमाणे ज्या ठिकाणी संभाषणाचा कार्यक्रम आयोजित केलेला असेल त्या सभागृहाचे ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्म (Acoustic) ह्या दोन्ही भिन्न गोष्टी जमेल करून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या आराखड्याची मोठ्या कौशल्याने आवखणी करावी लागते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निर्माण होणाऱ्या काही प्रमुख समस्या म्हणजे—

(१) वर उल्लेख केल्याप्रमाणे बंदिस्त जागी आवाज पुनः पुन्हा परावर्तित होऊन सभागृहात एक सारखा “ध्वनिनिनाद” (Reverberation) निर्माण होण्याची समस्या.

(२) लाऊडस्पीकरमधून श्रेषित झालेल्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने पुन्हा शेल्ल्या जाऊन ध्वनिलहरीच्या होणाऱ्या अशा प्रतिपुष्टीमुळे (Acoustic feedback) लाऊडस्पीकरमधून कर्कश शिट्ट्या ऐकू येण्याची व ध्वनिक्षेपण कार्यात अस्थिरता (Instability) निर्माण होण्याची समस्या.

(३) सभागृहातील गोंगाट गलबल्याची (Back ground noise) पातळी जेव्हा बरीच जास्त असते तेव्हा कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरीचे योग्य प्रमाणात वर्धन करून व सभोवतालच्या गोंगाट गलबल्यावर मात करून श्रेषित ध्वनिलहरी श्रोतसमुदायास नीट कशा ऐकविता येतील ह्या विषयीची समस्या.

वरील (१) व (२) ह्या समस्यांविषयीचे व त्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या उपाय योजनांविषयीचे तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ८ मध्ये व वरील (३) ह्या समस्येविषयीचे विवेचन प्रकरण ७ मध्ये केले आहे. वरील समस्यांव्यतिरिक्त इतरही काही समस्या [उदाहरणार्थ काल-मानात पडणाऱ्या अंतराची (Time lag) समस्या] ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यात निर्माण होतात. अशा समस्यांविषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात प्रसंगानुरूप योग्य ठिकाणी केलेले आढळेल.

ध्वनिबोधन व वितरण व्यवस्थेच्या सामान्य विवेचनावरील हे प्रकरण संपविण्यापूर्वी (१) विद्युतशास्त्र (Basic Electricity), (२) ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Physics of sound) आणि (३) ध्वनिविद्याशास्त्र (Acoustics) ह्या विषयांची मूलभूत माहिती ध्वनितंत्रज्ञान आवश्यक असल्याने अशी माहिती संक्षिप्त स्वरूपात पुढील परिच्छेदांमध्ये दिली आहे :—

विद्युतशास्त्र (Basic Electricity)

जो पदार्थ विद्युतप्रवाह सहजतेने व कार्यक्षमतेने वाहू देतो त्यास “विद्युतवाहक” (Conductor) पदार्थ म्हणतात. जो पदार्थ विद्युत प्रवाह वाहण्यास प्रतिबंध करतो किंवा वाहूच देत नाही त्यास “विद्युतप्रवाह प्रतिबंधक” (Insulator) पदार्थ म्हणतात. पुष्कळसे पदार्थ मात्र संपूर्णपणे उत्तम विद्युतवाहकही नसतात किंवा संपूर्णपणे विद्युतप्रवाह प्रतिबंधकही नसतात. अशा पदार्थांमध्ये विद्युतप्रवाहास कमी अधिक प्रमाणात विद्युत विरोध (Resistance) मिळतो. अशा विद्युत विरोधक पदार्थांना इंग्रजीत “रेझिस्टर्स” (Resistors) असे म्हणतात.

विद्युतमंडलात विद्युतप्रवाह निर्माण करण्यासाठी विद्युतचालन शक्तीची (उदाहरणार्थ—बॅटरी, डायनॅमो वगैरे सारख्या साधनांची) आवश्यकता असते. विद्युतचालनशक्तिमुळे विद्युतमंडलात निर्माण होणारा विद्युतदाब “व्होल्ट” (Volt) ह्या परिमाणात व्यक्त केला जातो. विद्युतमंडलातील विद्युतप्रवाहाच्या मोजमापासाठी “अॅम्पियर” (Ampere) व विद्युतविरोधाच्या मोजमापासाठी “ओहम” (Ohm) ही मूलभूत परिमाणे वापरली जातात.

विद्युतशास्त्रात “ओहमचा नियम” सुप्रसिद्ध आहे. ओहमच्या नियमानुसार विद्युतमंडलातील विद्युतप्रवाह विद्युतदाबाच्या सम प्रमाणात आणि विद्युत विरोधाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. ओहमचा नियम सूत्ररूपाने द्यावयाचा झाल्यास तो खालीलप्रमाणे व्यक्त करता येईल :—

$$\text{विद्युतप्रवाह} = \frac{\text{विद्युतदाब}}{\text{विद्युतविरोध}}$$

वरील सूत्र वापरताना विद्युतदाब “व्होल्ट” मध्ये, विद्युतप्रवाह “अॅम्पियर” मध्ये व विद्युतविरोध “ओहम” मध्ये व्यक्त केला पाहिजे. वरील सूत्रात तीनपैकी कोणत्याही दोन साध्दी माहीत असतील तर तिसरी ह्या सूत्राच्या साहाय्याने काढता येते.

विद्युत मंडलात खर्च होणारे विद्युतबल (Power) काढण्यासाठी खालील सूत्र वापरले जाते :—

$$\text{विद्युतबल} = \text{विद्युतदाब} \times \text{विद्युतप्रवाह}$$

वरील सूत्र पुढे दिलेल्या दोन पद्धतीने देखील मांडता येईल :—

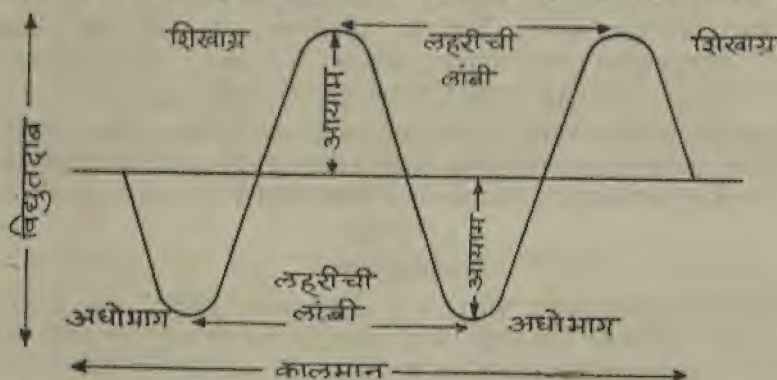
$$(१) \text{विद्युतबल} = \frac{(\text{विद्युतदाब})^2}{\text{विद्युत विरोध}} \quad (२) \text{विद्युतबल} = (\text{विद्युतप्रवाह})^2 \times \text{विद्युत विरोध}$$

वरील सूत्रांमध्ये विद्युतदाब व्होल्टमध्ये, विद्युतप्रवाह अॅम्पियरमध्ये व विद्युतविरोध ओहममध्ये व्यक्त केल्यास विद्युतबल “वॅट” (Watt) ह्या विद्युतबलासाठी वापरल्या जाणाऱ्या परिमाणात व्यक्त होते.

ओहमच्या नियमाची व्यावहारिक उपयुक्तता अशी की, एखाद्या विद्युतमंडलामध्ये विद्युत विरोध जर जास्त प्रमाणात असेल तर विजिष्ट विद्युतदाब असताना विद्युतप्रवाह कमी प्रमाणात वाहील. ह्याउलट विद्युत विरोध कमी असेल तर विद्युतप्रवाह जास्त प्रमाणात वाहील. दुसऱ्या शब्दांत सांगायचाच झाल्यास विद्युतमंडलात जास्त प्रमाणात विद्युत विरोध असेल तर विद्युतमंडलात

विशिष्ट प्रमाणात विद्युतप्रवाह वाहण्यासाठी विद्युतदाब वाढवावा लागेल ; परंतु विद्युतमंडलातील विद्युत विरोध कमी असल्यास तेवढाच विद्युतप्रवाह वाहण्यासाठी योग्य प्रमाणात कमी विद्युतदाब चालू शकतो. मोटारगाडीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या छोट्या दिव्याचे व आपण घरात वापरतो त्या इलेक्ट्रिक दिव्याचे उदाहरण ह्यासाठी देता येईल. मोटार गाडीचा २६ वॅटचा दिवा १२ व्होल्ट बॅटरीवर चालतो व त्याचा विद्युत विरोध (दिवा गरम झाल्यानंतर) ४ ओहम असल्याने त्यामधून ३ अँम्पियर विद्युतप्रवाह वाहता. घरातील ४० वॅट विद्युतबलाच्या व २३० व्होल्ट विद्युतदाबावर चालणाऱ्या दिव्याचा विद्युतविरोध (दिवा गरम झाल्यानंतर) १३२० ओहम असतो व अशा परिस्थितीत दिव्यामधून सुमारे $\frac{1}{4}$ अँम्पियर विद्युतप्रवाह वाहतो.

विद्युतदाब एकदिश असतो तेव्हा त्यास "डी.सी. विद्युतदाब" म्हणतात. ज्या विद्युतदाबाची दिशा आलटून पालटून बदलून विरुद्ध दिशेची होते त्यास "ए.सी. विद्युतदाब" म्हणतात. आकृति १-२ मध्ये ए.सी. जनरेटरमध्ये निर्माण केल्या जाणाऱ्या "ज्या वक्रीय" (Sinusoidal) ए.सी. विद्युतदाब लहरीचा आलेख दर्शविला आहे. ह्या आलेखात लहरीच्या दोन संपूर्ण "चक्रगती" किंवा "सायकल्स" दर्शविल्या आहेत. आलेखातील आडव्या संदर्भ रेषेच्या वरील आणि खालील



आकृती १-२

बाजूवर विद्युतदाब लहरीचा चढउतार व दिशापालट दर्शविणाऱ्या वक्ररेषा कमानीच्या आकारासारख्या आहेत. आडव्या रेषेच्या दृष्टीने कमानीची जी जास्तीत जास्त उंच बाजू असते तिला लहरीचे "शिखाग्र" (Crest) असे म्हणतात आणि कमानीचा जो सर्वात सखल भाग असतो त्यास लहरीचा "अधोभाग" (Trough) असे म्हणतात.

लहरीच्या एका शिखाग्रापासून दुसऱ्या शिखाग्रापर्यंतच्या अंतरास किंवा एका अधोभागापासून दुसऱ्या अधोभागापर्यंतच्या अंतरास "लहरीची लांबी" (Wave length) म्हणतात.

लहरीच्या कमानीची उंची किंवा अधोभागाची जी खोली असते तिला लहरीचा "आयाम" किंवा "विस्तार" (Amplitude) असे म्हणतात.

विशिष्ट कालावधीत लहरीच्या जितक्या "चक्रगती" किंवा "सायकल्स" पूर्ण होतात त्यास लहरीची "कंप्रता" किंवा "कंपनसंख्या" (Frequency) म्हणतात.

विद्युतमंडलात विद्युत विरोधाव्यतिरिक्त इतरही दोन गोष्टींचा समावेश होण्याची शक्यता असते. त्यापैकी एक गोष्ट म्हणजे तारेच्या कॉईलच्या "प्रवर्तना"चा (Inductance) गुणधर्म.

उदाहरणार्थ, ट्रॅन्सफॉर्मर कॉईलचे वेळे व लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल ह्यामध्ये हा गुणधर्म आढळतो. दुसरा गुणधर्म म्हणजे कंडेन्सरमध्ये आढळणारा "धारणशक्ति"चा (Capacitance) गुणधर्म. विद्युतमंडलात कॉईलचा समावेश केलेला असल्यास प्रवर्तनाचा व कंडेन्सरचा समावेश केलेला असल्यास धारणशक्तीचा परिणाम लक्षात घ्यावा लागतो.

ज्या विद्युतमंडलात डी. सी. विद्युतदाब असतो अशा मंडलात कंडेन्सरमुळे विद्युतप्रवाहास पूर्ण अडकाव होतो. डी.सी. विद्युतदाब मंडलात कॉईलच्या तारेच्या वेढ्यांचा विद्युत विरोध (Resistance) विद्युतप्रवाहास मिळतो.

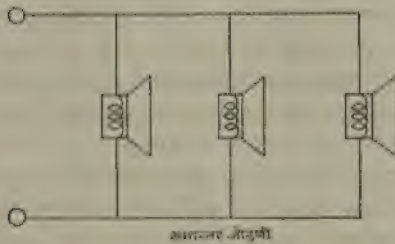
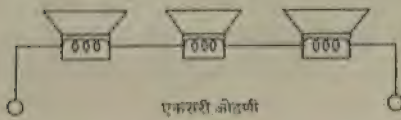
ए.सी. विद्युतदाब असलेल्या मंडलात प्रवर्तन किंवा धारणशक्ती ह्या दोन्हीही गुणधर्मांमुळे विद्युत प्रवाहास विरोध होतो. अशा प्रकारे विद्युत प्रवाहास मिळणाऱ्या विरोधास "प्रवर्तनात्मक अवरोध" (Inductive reactance) आणि "धारणात्मक अवरोध" (Capacitive reactance) म्हणतात. विद्युत विरोधाप्रमाणे ह्या दोन्हीही अवरोधांच्या मोजमापासाठी 'ओहम' हेच परिमाण वापरले जाते.

प्रवर्तनात्मक अवरोध किंवा धारणात्मक अवरोध हा विद्युत मंडलातील ए.सी. विद्युतदाबाच्या कंपन संख्येवर अवलंबून असतो. विद्युतदाबाची कंपनसंख्या जितकी जास्त तितकी प्रवर्तनात्मक अवरोधात वाढ होते. विद्युतदाबाची कंपनसंख्या कमी केल्यास प्रवर्तनात्मक अवरोधात घट होते. कंडेन्सरच्या धारणशक्तीची उलट कार्यवाही असते. विद्युतमंडलातील विद्युतदाबाची कंपनसंख्या जास्त असेल तर कंडेन्सरचा धारणात्मक अवरोध कमी असतो व कंपनसंख्या कमी असेल तर कंडेन्सरच्या धारणात्मक अवरोधात वाढ होते.

जेव्हा विद्युतमंडलात निव्वळ विद्युत विरोधाव्यतिरिक्त विद्युत प्रवाहास वरील दोन्ही प्रकारचा म्हणजे प्रवर्तनात्मक आणि धारणात्मक अवरोध मिळतो तेव्हा त्याच्या एकत्रित किंवा एकूण विरोधास "संरोधन" (Impedance) असे म्हणतात.

कॉईलच्या प्रवर्तनाच्या मोजमापासाठी 'हेन्री' व कंडेन्सरच्या धारणशक्तीच्या मोजमापासाठी 'फॅरॅड' ही मूलभूत परिमाणे वापरली जातात.

ध्वनिवर्धन व वितरण तंत्रज्ञान आकृती १-३ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकरची एकसरी किंवा समान्तर आणि कित्येकदा मिश्र जोडणी करण्याचे प्रसंग नेहमी येतात. लाऊडस्पीकर कॉईलमधून ए.सी. प्रवाह लहरी वाहतील अशी सामान्य योजना असल्याने व्हॉईस कॉईलचा अशा लहरींना मिळणारा विरोध "संरोधना" त व्यक्त करण्याची प्रथा आहे.



आकृती १-३

रेझिस्टरांची एकसरी आणि समान्तर जोडणी केलेल्या विद्युत मंडलात विद्युत प्रवाह, विद्युतदाब आणि विद्युत विरोध ह्यांचे बाबतीत जे नियम व सूत्रे आहेत ती संकलित व संक्षिप्त स्वरूपात पुढील कोष्टकात दिली आहेत. लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईल संरोधनाची एकसरी व समान्तर आणि मिश्र जोडणी करण्यासाठी ध्वनितंत्रज्ञान ती उपयुक्त होतील.

(१) एकसरी जोडणीत वैयक्तिक रेझिस्टरां-
वर विभागल्या गेलेल्या विद्युतदाबाची बेरीज
मंडलाशी संबंधित केलेल्या एकूण विद्युतदाबा-
इतकी असते.

(२) एकसरी जोडणी केलेल्या रेझिस्टरांचा
एकूण विरोध सर्व रेझिस्टरांच्या वैयक्तिक
विरोधाच्या बेरजेइतका असतो.

$$\text{सूत्र : } R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \dots$$

ह्या सूत्रात R म्हणजे एकूण विरोध आणि R_1, R_2, R_3, R_4 म्हणजे एकसरी जोडणी
केलेल्या रेझिस्टरांचा वैयक्तिक विरोध.

(३) एकसरी जोडणीत प्रत्येक रेझिस्टरमधून
वाहणाऱ्या विद्युतप्रवाह समान प्रमाणात
असतो.

(४) एकसरी जोडणीत कोठेही खंड पडला
तरी एकसरी मंडल खंडित (Open) होते.

(१) समांतर जोडणीत प्रत्येक रेझिस्टरावरील
विद्युतदाब मंडलाशी संबंधित केलेल्या एकूण
विद्युतदाबाइतकाच असतो.

(२) समांतर जोडणीतील रेझिस्टरांचा एकूण
व्यस्त विरोध समांतर जोडणी केलेल्या रेझिस्टरां-
च्या वैयक्तिक विरोधाच्या व्यस्ताच्या बेरजे-
इतका असतो.

$$\text{सूत्र : } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \dots$$

ह्या सूत्रात R म्हणजे एकूण विरोध आणि R_1, R_2, R_3, R_4 म्हणजे समांतर जोडणी केलेल्या
रेझिस्टरांचा वैयक्तिक विरोध.

(३) समांतर जोडणीत प्रत्येक शाखेमधून वाहणाऱ्या
विद्युतप्रवाह त्या विशिष्ट शाखेतील रेझिस्टरां-
च्या विरोधावर अवलंबून असतो व मंडलातील
एकूण विद्युत प्रवाह सर्व शाखांमधून वाहणाऱ्या
विद्युत प्रवाहाच्या बेरजेइतका असतो.

(४) समांतर जोडणीत निरनिराळ्या शाखांमधील
मंडले स्वतंत्र व वेगळी असल्यामुळे एखाद्या
शाखेतील मंडल जरी खंडित (Open) झाले तरी
त्याचा दुसऱ्या शाखांवर परिणाम होत नाही.

ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Physics of sound)

एखादी वस्तु कंप पावू लागली, उदाहरणार्थ, बॅटेवर टोला मारला, तंबोऱ्याची तार छेडली, किंवा
शिटी फुकली, म्हणजे सभोवतालच्या हवेत कंपने निर्माण होतात व ध्वनिलहरींची निर्मिती होते.
परंतु मनुष्यास अशा ध्वनिलहरी ऐकू येण्यासाठी त्यांची कंपनसंख्या दर सेकंदास २० ते २०,०००
सायकल्स ह्या टप्प्यांतील असणे आवश्यक असते. ध्वनिलहरीच्या ज्या टप्प्याचे मनुष्यास आकलन होऊ
शकते त्यामध्ये माणसामाणसांमध्ये फरक पडू शकतो. वयोमानाप्रमाणे उच्च कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरी
मनुष्यास ऐकू येईनाशा होतात. सामान्यतः वयस्क माणसास ध्वनीच्या दर सेकंदास २० ते ८,०००
सायकल्स टप्प्यातील लहरी ऐकू येऊ शकतात. कांही बाद्यांमध्ये निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींचा टप्पा
मनुष्यास ऐकू येणाऱ्या लहरीच्या सयदिवाहेरचा असतो. अशा श्रवणातीत लहरी मनुष्यास ऐकू येऊ
शकत नाहीत. उदाहरणार्थ, झोंजाच्या मनुष्यास ऐकू न येणाऱ्या ध्वनीलहरी दर सेकंदास २५,०००
सायकल्सपेक्षा जास्त कंपनसंख्येच्या असतात.

ध्वनि एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी लहरीच्या स्वरूपात जातो व ह्यासाठी हवे-सारख्या कोणत्या ना कोणत्या तरी माध्यमाची आवश्यकता असते. निर्वात प्रदेशात ध्वनिलहरी उत्पन्नही होऊ शकत नाहीत व पसरूही शकत नाहीत. ध्वनिलहरीच्या प्रसरणासाठी घनरूप, द्रवरूप, किंवा वायुरूप असे कोणतेही माध्यम चालू शकते.

ध्वनिलहरीची हवेमध्ये जी कंपने निर्माण होतात ती आलटून पालटून हवेच्या दाट व विरल थरांनी बनलेली असतात. परंतु हवा कंप पावू लागली तरी हवेचे कण आपल्या मूळच्याच जागी कंप पावत राहतात. ते आपली जागा सोडत नाहीत. पाण्यात दगड टाकला म्हणजे जशी लाट उठते व पुढे पुढे सरकते तशीच ध्वनीच्या लाटेची स्थिती असते. मात्र ह्या दोन प्रकारच्या लाटांमध्ये लक्षात घेण्यासारखा फरक अशा की पाण्याचे कण वरखाली हालचाल करतात परंतु हवेची लाट ज्या दिशेने जात असते त्याच दिशेने हवेचे कण कंप पावत असतात. दुसरा फरक म्हणजे पाण्यावरची लाट एकाच पातळीत मर्यादित असते, परंतु ध्वनीच्या लाटा सर्व पातळीमधून निरनिराळ्या दिशांना प्रसृत होतात.

ध्वनीचा हवेतील वेग ० अंश सेंटीग्रेड तपमानाला दर सेकंदास सुमारे ३३५ मीटर (१०९० फूट) असतो. तपमानात वाढ झाली तर प्रत्येक अंश सेंटीग्रेड वाढीला ध्वनीचा वेग दर सेकंदास ६० सेंटीमीटर (२ फूट) वाढतो. पाण्यात ध्वनीचा वेग दर सेकंदास सुमारे १५०० मीटर असतो. इतर घन पदार्थात, उदाहरणार्थ, लाकूड पोलाद इत्यादींमध्ये तो हवेच्या वेगाच्या कित्येक पटीने जास्त असतो. पोलादात ध्वनीचा वेग दर सेकंदास सुमारे ४९०० मीटर असतो.

ध्वनीचे वावरीत खालील गुणधर्म महत्त्वाचे आहेत :—

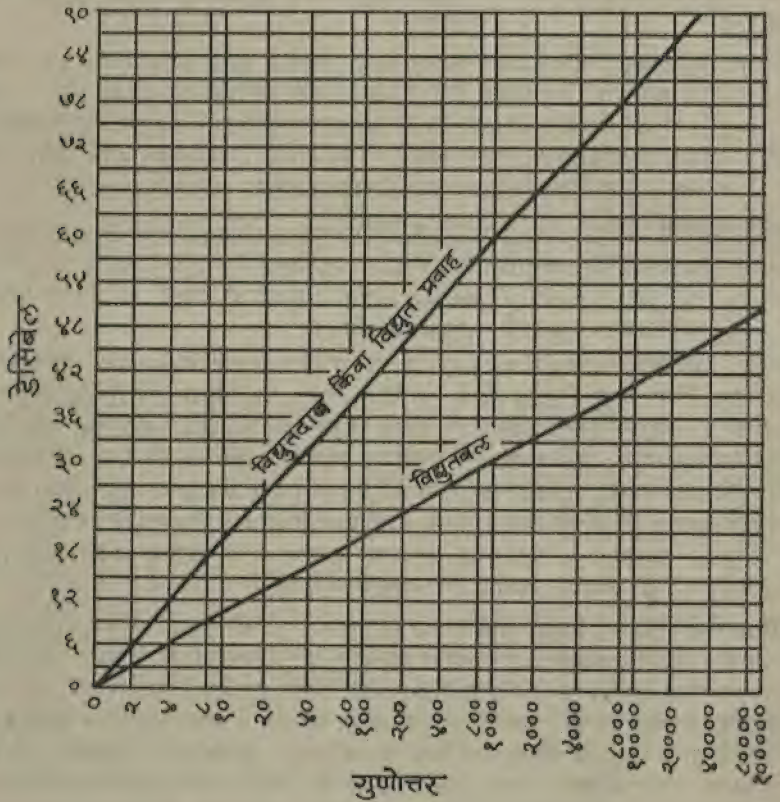
- (१) ध्वनिलहरीची उच्चनीचता (Pitch).
- (२) ध्वनिलहरीची तीव्रता (Intensity) किंवा आवाजाची पातळी (Volume level).
- (३) ध्वनिलहरीचा स्वरधर्म (Tone Quality).

ध्वनिलहरीची उच्चनीचता (Pitch) ध्वनिलहरीच्या कंपांवर अवलंबून असते. ध्वनी निर्माण करणारा पदार्थ किंवा वस्तू (उदाहरणार्थ, सतारीची तार) दर सेकंदास किती वेळा कंप पावत आहे अथवा दर सेकंदास किती ध्वनिलहरी उत्पन्न करीत आहे त्यावर ध्वनिलहरीची उच्चनीचता (Pitch) अवलंबून असते. दर सेकंदास कंपनसंख्या ज्या प्रमाणात वाढते त्या प्रमाणात ध्वनिलहरीची उच्चता वाढते. गवई वरच्या पट्टीत अथवा खालच्या पट्टीत गात आहे असे आपण म्हणतो तेव्हा स्वराची उच्चनीचता लक्षात घेऊन आपण बोलत असतो. काही वाद्यांचे आवाज नीच स्वराचे तर काहींचे उच्च स्वराचे असतात. उदाहरणार्थ, तबल्याच्या डग्याचा आवाज नीच स्वराचा असतो. व्हायोलिन, क्लारिओनेट, सनई ह्या वाद्यांचे आवाज उच्च स्वराचे असतात.

ध्वनिलहरीची तीव्रता किंवा आवाजाच्या लहान मोठेपणाची पातळी ध्वनिलहरीमुळे हवेची किती जोरदार प्रमाणात हालचाल होते त्यावर अवलंबून असते. त्यामुळे दोन ध्वनिलहरींची उच्चता (Pitch) सारखीच असली तरी तीव्रता किंवा पातळी भिन्न असू शकते. उदाहरणार्थ, तंबोऱ्याची तार छेडल्यास उत्पन्न होणाऱ्या ध्वनिलहरी सुरुवातीला मोठ्या व स्पष्ट असतात व नंतर हळूहळू लहान होत जातात, परंतु त्यांची उच्चता मात्र कायम राहते. कारण कंपन पावणाऱ्या तारच्या कंपनाचा आयाम किंवा विस्तार (Amplitude) कमी होत जातो. तार अधिक जोराने छेडली तर आवाज अधिक मोठ्याने ऐकू येतो. कारण अशा परिस्थितीत कंपनाच्या आंदोलनाचा आयाम किंवा विस्तार वाढलेला असतो. ध्वनीची तीव्रता कंपनाच्या आयामावर किंवा विस्तारावर अवलंबून असते व कंपनाचा आयाम किंवा विस्तार कंप पावणाऱ्या वस्तूवर केल्या जाणाऱ्या आघाताच्या शक्तीवर अवलंबून असतो.

पुर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे माणसामाणशांमध्ये ध्वनिलहरी ऐकण्याची श्रवणपात्रता विभिन्न असल्यामुळे आवाजाच्या तीव्रतेचे किंवा पातळीचे मोजमाप हवेमध्ये आवाजामुळे निर्माण होणाऱ्या दाबलहरीच्या फेरफारांवरून केले जाते व ते "डेसिबेल" ह्या परिणामात व्यक्त केले जाते. दर चौरस सेंटीमीटर क्षेत्रफळावर ध्वनिलहरीचा ०००२ डाइन इतका दाब ही संदर्भ पातळी शुन्य "डेसिबेल" घडून ह्या संदर्भपातळीपेक्षा अधिक जास्त किंवा कमी पातळी असलेल्या ध्वनिलहरींची पातळी \pm डेसिबेल ह्या परिणामात व्यक्त केली जाते.

डेसिबेल हे मात्र वर उल्लेख केल्याप्रमाणे केवळ ध्वनिलहरीच्या तीव्रतेचे तुलनात्मक माप म्हणूनच वापरले जात नाही. डेसिबेल हे वस्तुतः "लागरिथम" (म्हणजे घातांकावर आधारित असलेले) परिमाण व दोन राशींमधील (Quantitative) गुणोत्तरावर अवलंबून असलेले सापेक्ष (relative) परिमाण असल्याने विद्युतदाब, विद्युतप्रवाह व विद्युतबलाच्या पातळीचे निर्देशित संदर्भ



आकृती १-४

पातळीच्या दृष्टीने तुलनात्मक मोजमाप करण्यासाठी म्हणूनही वापरले जाते. आकृती १-४ मध्ये विद्युतदाब, विद्युतप्रवाह व विद्युतबलाच्या पातळीचे गुणोत्तर (ratio) व त्यांचे डेसिबेलमध्ये

मोजमाप ह्यामधील परस्पर नाते दर्शविणारा आलेख दिला आहे. ध्वनितंत्रज्ञास तो बापरण्यास सोयीचा व सोपा असल्याने उपयुक्त होईल. डेसिबेल ह्या मोजमापाच्या बापराविषयीचे उल्लेख ह्या पुस्तकात प्रसंगानुरूप योग्य स्थळी केलेले आढळतील.

ध्वनिलहरींचे गुणग्रहण करताना ध्वनीच्या स्वरधर्माचा (Tone Quality) विचार केला जातो. संभाषणाच्या किंवा संगीताच्या स्वरलहरी सामान्यतः एकाच कंपनसंख्येच्या स्तराच्या नसतात. निरनिराळ्या अनेक कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींच्या मिश्रणामुळे त्या सामान्यतः तयार झालेल्या असतात. अशा लहरींमुळे मूळ स्वराशी सहसंवादी स्वरांचा (harmonics) जो मिलाफ झालेला असतो त्या मिलाफामुळे आवाजांच्या विवक्षित स्वरांचे जे वैशिष्ट्य, आकर्षण व नैसर्गिकपणा असतो तो निर्माण होतो. विशिष्ट व्यक्तीचा आवाज मूळ स्वराच्या आणि सहसंवादी स्वरांच्या अशा विशिष्ट मिलाफामुळेच आपणास ओळखता येतो. निरनिराळ्या भिन्न कंपनसंख्येच्या लहरींच्या विशेष मिलाफाने ध्वनिलहरींना "स्वरधर्म" (Tone Quality) प्राप्त होत असल्याने ध्वनि पुनरुत्पत्तीत ध्वनिलहरींची पुनरुत्पत्ती हुबेहूब व नैसर्गिकपणे होणे अत्यावश्यक असते.

ध्वनिलहरींच्या बिंबेचनात सुस्वर (musical sound) आणि गोंगाट गलबला (Noise) ह्यामधील फरकाविषयीचा तांत्रिक विचार महत्त्वाचा असतो. सतारीच्या तारा छेडून त्याची कंपने निर्माण केली की, हुबेत निश्चित कंपनसंख्येच्या स्वरलहरी प्रसृत होतात व त्या कानाला गोड लागतात. निश्चितपणा आणि सातत्य ह्यामुळे सुराला माधुर्य प्राप्त होते. फटाक्याचा स्फोट कर्णमधूर नसतो कारण त्यात सातत्य किंवा निश्चितपणा नसतो. अनेक माणसे एकाच वेळी बोलू लागली की गोंगाट गलबला निर्माण होतो, परंतु अनेक माणसांनी एकाच सुरात गायलेले गाणे (chorus) सुस्वर वाटते.

(३) दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांविषयीचे ध्वनिविद्याशास्त्र (Acoustics)

निरनिराळ्या दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांच्या दृष्टीने त्यांमध्ये सामान्यतः बरेच फरक आढळून येतात. काही दालनांचे आणि सभागृहांचे ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्म उत्कृष्ट दर्जाचे तर काहींचे निम्न दर्जाचे आढळतात.

संभाषणाच्या कार्यक्रमांमध्ये आवाजात स्वच्छ व स्पष्टपणा कसा आणता येईल, संगीत कार्यक्रम नैसर्गिक, उठावदार आणि बहारदार कसे होऊ शकतील, सभागृहाबाहेरील अनिच्छनीय गोंगाट गलबल्यापासून सभागृह अलिप्त कसे ठेवता येईल वगैरेसारखी मूलभूत उद्दिष्टे पुढे ठेवून ध्वनिशास्त्रज्ञांनी दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांचा जो अभ्यास केला व त्यावरून जे निष्कर्ष काढले किंवा काही आढावे बांधले त्यावरून दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांविषयीचे एक व्यापक, विस्तृत आणि स्वतंत्र "ध्वनिविद्याशास्त्र" (Acoustics) उदयास आले आहे.

ध्वनिविद्याशास्त्रात मूलतः पुढे दिलेले चार प्रमुख विषय अंतर्भूत होतात व ध्वनिशास्त्रज्ञांनी त्यावर बरेच संशोधन केलेले असून एक विशेष म्हणजे स्थापत्यशास्त्रात ह्या ध्वनिविद्याशास्त्राच्या अनुषंगाने इमारतींच्या विशिष्ट रचना, बांधणी आणि आकारमानाच्या आराखड्याचा अभ्यास करणारी (Architectural Acoustics) एक उपशाखाही जन्मास आली आहे. ध्वनिविद्याशास्त्रात अंतर्भूत असलेले चार प्रमुख विषय म्हणजे :—

- (१) ध्वनिनिनाद (Reverberation) व ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण.
- (२) ध्वनिशोषण (Sound Absorption).

(३) समान ध्वनि वितरण (Even Sound Distribution).

(४) बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचे (External Noise) निर्मूलन किंवा प्रतिबंध.

वरील विषयांचे शोडक्यात विवेचन पुढील परिच्छेदांमध्ये केले आहे :—

(१) ध्वनिनिनाद व ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण.—सभागृहाच्या किंवा दालनाच्या ध्वनि व ध्वनसंबंधित गुणधर्मांमध्ये ध्वनिनिनाद (Reverberation) हा एक महत्त्वाचा गुणधर्म समजला जातो. कोणत्याही संपूर्णपणे बंदिस्त किंवा अंशतः बंदिस्त असलेल्या जागी "ध्वनिनिनाद" सामान्यतः निर्माण होतोच. ध्वनिनिनाद म्हणजे बंदिस्त सभागृहामध्ये मूळ ध्वनिलहरींचा लय झाल्यानंतरही बारंवार होत राहणाऱ्या ध्वनिपरावर्तनांमुळे (Sound reflections) सभागृहामध्ये धमत राहणाऱ्या ध्वनिलहरी असतात. ध्वनिनिनाद विशिष्ट बंदिस्त जागेच्या धनक्षेत्र-फळावर (Volume), तिच्या आकारमानावर (Shape) आणि अशा जागी निर्मिती किंवा पुनरुत्पत्ती केल्या जाणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येवर (Frequency) अवलंबून असतो असे ह्या बाबतीत शास्त्रज्ञांनी निष्कर्ष काढलेले आहेत.

संगीत कार्यक्रमांसाठी विशिष्ट मर्यादेपर्यंत ध्वनिनिनाद अत्यावश्यक असतो असा अनुभव आहे. ध्वनिनिनाद योग्य प्रमाणात असेल तरच संगीत स्वरलहरी उठावदार, रंगतदार व बहारदार वाटतात. ध्वनिनिनाद नसेल तर संगीत स्वरलहरी निजिव व कंटाळवाण्या वाटतात. ध्वनिनिनाद जास्त प्रमाणात असेल तर सभागृहातील स्वच्छपणा व स्पष्टपणा कमी होतो. ह्याचे कारण असे की, मूळ शब्दांमध्ये घमणान्या ध्वनिलहरी मिसळल्यामुळे मूळ शब्द नीट व स्पष्टपणे ऐकू येईनासा होतो. ज्या ठिकाणी विशेषतः सभागृहाचे कार्यक्रम आयोजित केले जातात अशा सभागृहात मुस्पटतेच्या दृष्टीने ध्वनिनिनादाचे योग्य नियंत्रण करणे अत्यावश्यक असते.

सर्वसामान्यपणे सभागृहाच्या किंवा दालनाच्या भिती, तक्तपोशी किंवा आठे व जमीन ह्यांचे पृष्ठभाग किती प्रमाणात ध्वनिपरावर्तक किंवा ध्वनिशोषक आहेत ह्यावर ध्वनिनिनादाचे प्रमाण अवलंबून असते. ध्वनिपरावर्तक पदार्थ सभागृहाच्या भिती, तक्तपोशी व जमिनीच्या पृष्ठभागांसाठी वापरलेले असतील तर सभागृहात आवाज अतिशय जास्त प्रमाणात घुमू लागतो. सभागृहाच्या भितींवर, जमिनीवर व तक्तपोशीवर अशा परिस्थितीत ध्वनिशोषक पदार्थांचे अस्तर लावले तर ध्वनिशोषण होऊन ध्वनिनिनादाचे प्रमाण कमी करणे शक्य होते. ह्या विषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात पुढे प्रसंगानुरूप योग्य स्थळी केले आहे.

(२) ध्वनिशोषण.—ध्वनिलहर जेव्हा एखाद्या पदार्थावर आघात करते, उदाहरणार्थ, एखाद्या दालनाची भित, तेव्हा ध्वनिलहरीचे काही प्रमाणात अशा आघातामुळे उष्णतेत रूपांतर होऊन शोषण होते, काही प्रमाणात ध्वनिलहर भितीतून पुढे आरपार जाऊन मार्गक्रमण करते आणि काही प्रमाणात तिचे परावर्तन होते असे शास्त्रज्ञांना प्रयोगांती दिसून आले आहे. सभागृहात/दालनात असलेल्या सजावटीच्या वस्तूंचाही ध्वनिशोषणाच्या कार्यात अंतर्भाव होतो. उदाहरणार्थ, एखाद्या दालनामध्ये जर भरगच्च फर्नीचर ठेवलेले असेल व जाडजूड गाद्यागिरद्याही ठेवलेल्या असतील तर ध्वनिलहरीचे शोषण होऊन दालनात कित्येकदा भयानक शांतता पसरलेली असल्याचा भास निर्माण होतो. ज्या दालनात ध्वनिशोषक वस्तू कमी प्रमाणात असतात अशा दालनात उच्च कंपन संख्येच्या ध्वनिलहरींचे अधिक कार्यक्षमतेने परावर्तन झाल्यामुळे त्या अधिक उठावदार होत असल्याचे आढळून येते. नोच किंवा मंड स्वरलहरींचा उठाव भितीवरील पृष्ठभागापेक्षा जमिनीवरील

पृष्ठभागाच्या ध्वनिशोषणावर बऱ्याच अंशी अवलंबून असतो असा अनुभव आहे. उदाहरणार्थ जमिनीसाठी लाकडाच्या फळ्या वापरलेल्या असतील तर मंद्र स्वरलहरीचा बराच उठाव होत असल्याचे प्रत्ययास येते.

(३) ध्वनिलहरींचे समान वितरण.—सभागृहामध्ये/दालनामध्ये कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी सर्व जागी योग्य पातळीत नोंद ऐकू येण्यासाठी ध्वनिलहरींचे सभागृहात यथोचित वितरण होणे आवश्यक असते.

ध्वनिलहरींचे समान वितरण होण्यासाठी स्थापत्यशास्त्र दृष्ट्या सभागृहाची/दालनाची बांधणी, रचना व आकारमान विशिष्ट शास्त्रीय पद्धतीने करणे आवश्यक असते. रेकॉर्डिंग स्टुडिओ, नाट्य किंवा सिनेमागृह अशा विशिष्ट बांधणी-रचनेची सर्वांच्या परिचयाची उदाहरणे आहेत. सभागृहात निरनिराळ्या ठिकाणी परावर्तित होणाऱ्या ध्वनिलहरींचा बारकाईने अभ्यास करून सभागृहाच्या बांधणी-रचना व आकारमानाचा आराखडा स्थापत्यशास्त्रज्ञांना ठरविता येतो. समान वितरणासाठी सभागृहाच्या भिंतीवर, तक्तपोशीवर व जमिनीवर योग्य जागी व योग्य प्रमाणात ध्वनिपरावर्तक व ध्वनिशोषक पदार्थांचा वापर केला जातो. त्याचप्रमाणे ध्वनि विस्फारित करण्याच्या योजनांसारख्या योजनाही वापरता येतात. ह्या विषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात प्रसंगानुरूप योग्य स्थळी केलेले आहे.

(४) बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचे (Noise) निर्मूलन किंवा त्यास प्रतिबंध.—सभागृहात किंवा दालनात बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचा (उदाहरणार्थ, वाहनुकीचे खडखडाट, विमानांची घरघर, कारखान्यांतील कर्णकर्कश आवाज) अतिशय उपद्रव होतो. ह्या बाबतीतील एक गंमतीदार अनुभव म्हणजे गोंगाट गलबल्याची पातळी जेव्हा जास्त असते तेव्हा सभागृहात चाललेल्या संगीत कार्यक्रमाच्या मंद्र व उच्च ह्या दोन्हीही स्वरलहरी श्रोत्यांम नोंदपणे ऐकू येईनाशा होतात.

बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्यावर आदर्श उपाययोजना म्हणजे सभागृहे किंवा दालने “ध्वनि अमेद्य” (Sound proof) करणे. सभागृहे व दालने ध्वनि अमेद्य करण्यासाठी बाह्यतः येणाऱ्या गोंगाट गलबल्याच्या आवाजांसाठी ध्वनिशोषक पदार्थांचा उपयोग करून त्यांचे निर्मूलन करण्याच्या व पर्यायी अशा आवाजांच्या मार्गक्रमणात अडथळे निर्माण करून त्यांना प्रतिबंध करण्याच्या विविध उपाययोजना वापरल्या जातात.

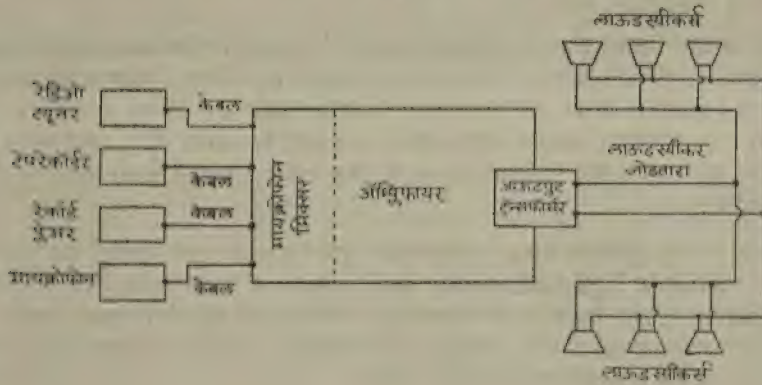
□ □ □

प्रकरण २

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा ठोकळ आराखडा

ठोकळ आराखडाचाचो उपयुक्तता

एकाच्या कार्यकारी योजनेत निरनिराळ्या प्रत्येक घटकभागास काय महत्त्व व स्थान असते, सर्वांगीण योजनेच्या दृष्टीने विशिष्ट घटकभाग कोणते कार्य करतो व परस्पर घटकभागांचा एकमेकाशी कोणता संबंध असतो ह्याविषयीची सोप्या पद्धतीने कल्पना देण्यासाठी ठोकळ आराखडा (Block Diagram) अतिशय उपयुक्त असतो. अशा प्रकारे ठोकळ आराखडे देण्याची पद्धत भौतिक विज्ञान व तंत्रशास्त्रात विशेष प्रचलित आहे. आकृती २-१ मध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा



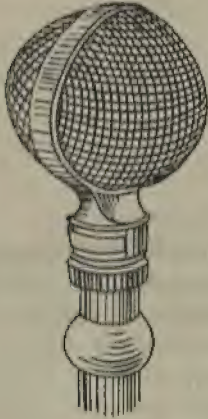
आकृती २-१

अशा ठोकळ आराखडा दर्शविला असून त्यामध्ये दर्शविलेल्या प्रत्येक घटकभागाचे स्वरूप काय असते, प्रत्येक घटकभागाचे उद्दिष्ट व कार्य कोणते ह्याविषयी सामान्य माहिती ह्या प्रकरणात दिली असून नंतरच्या काही प्रकरणांमध्ये प्रत्येक घटकभागाच्या रचना आणि कार्यचि, त्याच्या निरनिराळ्या प्रकारांचे व त्याच्या वास वैशिष्ट्यांविषयीचे सविस्तर विवेचन केले आहे. अशा मूलभूत सामान्य माहितीमुळे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या निरनिराळ्या उपकरण व साधनसामग्रीविषयीची सर्वांगीण कल्पना येईल व ह्या पुस्तकात पुढे प्रसंगानुसार केल्या तांत्रिक विवेचनाचे यथार्थ आकलन होईल.

आकृती २-१ मध्ये दिलेल्या ठोकळ आराखड्यात ह्या वाजूस दर्शविलेली प्रारंभीची साधने ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत नित्य वापरली जाणारी ध्वनिलहरी श्रेणारी किंवा मुद्रित

आणि प्रक्षेपित ध्वनिलहरी श्रोत्यांना ऐकविण्यासाठी वापरली जाणारी साधने आहेत. ह्या साधनांमध्ये मायक्रोफोन, ग्रामोफोन, टेपरॅकॉर्डर, रेडिओ आदीकडून उपकरणांचा समावेश होतो. ह्या साधनांचा गरजेनुसार एकेरी किंवा दोन साधनांचा जोडीने वापर करणे शक्य असते.

मायक्रोफोन.—मायक्रोफोन हे ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे एक अत्यंत महत्त्वाचे, अत्यावश्यक किंबहुना अपरिहार्य उपकरण मानले जाते. आधुनिक ध्वनिबर्धन व वितरण



आकृती २-२

विवेचन प्रकरण ३ मध्ये केले आहे.

व्यवस्थेत तीन प्रकारचे मायक्रोफोन्स विशेष प्रचलित आहेत : (१) मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन, (२) रिबन मायक्रोफोन, (३) क्रिस्टल (किंवा सिरॅमिक) मायक्रोफोन. सर्वसामान्य कार्याक्रमांसाठी मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन अधिक लोकप्रिय व प्रचलित आहे. संगीताच्या कार्यक्रमांसाठी रिबन मायक्रोफोन विशेष उपयुक्त असतो. क्रिस्टल मायक्रोफोन एकंदरीत बऱ्याच स्वस्त किमतीत उपलब्ध असल्यामुळे आर्थिक गुंतवणूकीच्या प्रश्नास जेव्हा प्राधान्य असते तेव्हा क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन अधिक पसंत केला जातो. ह्या तिन्ही प्रकारच्या मायक्रोफोन्सविषयी सविस्तर तांत्रिक

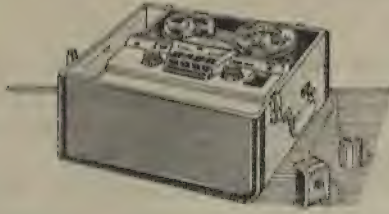
ग्रामोफोन.—ध्वनिमुद्रित रेकॉर्ड्स वाजविण्यासाठी ग्रामोफोन हे साधन ध्वनिबर्धन व वितरण

व्यवस्थेत जरी अपरिहार्य नसले तरी एक फार उपयुक्त साधन असते. ग्रामोफोनच्या सहाय्याने मुख्य कार्यक्रमाच्या प्रारंभीच्या काळात किंवा दोन कार्यक्रमांच्या मध्यंतरात ग्रामोफोन रेकॉर्ड्स वाजविता येतात. रेकॉर्ड्स वाजविल्याने हा वेळ श्रोत्यांना कंटाळवाणा होत नाही, मुख्य कार्यक्रम ऐकण्याची त्यांची आवृत्ता कायम टिकविता येते आणि मुख्य म्हणजे ह्या काळात श्रोतूसमुदाय शांत व शिस्तबद्ध राखण्यासाठीही मदत होते. ग्रामोफोनविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.



आकृती २-३

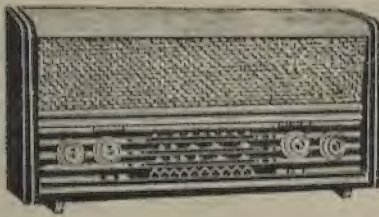
टेपरेकॉर्डर.—ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेत काही कार्यक्रमांसाठी ग्रामोफोनप्रमाणे टेप-रेकॉर्डरचाही वापर केला जातो. विशेषतः नाटकांच्या कार्यक्रमांत पाश्र्वसंगीत (Background



आकृती २-४

music) म्हणून किंवा काही खास "साऊंड इफेक्ट्स" साठी टेपरेकॉर्डरचा उपयोग केला जातो. टेपरेकॉर्डरचा एक महत्वाचा फायदा म्हणजे प्रसंगानुरूप आवश्यक असलेले ध्वनिमुद्रण टेपवर आगाऊच करून ठेवता येते व त्याचा पाहिजे तेव्हा योग्य वेळी उपयोग करता येतो. टेप रेकॉर्डरविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.

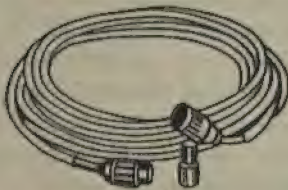
रेडिओ.—मुख्य कार्यक्रमाच्या प्रारंभी किंवा मध्यंतरात रेडिओवर चाललेले काही लोकप्रिय कार्य-



आकृती २-५

क्रम श्रोत्यांना ऐकविण्यासाठी ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेत रेडिओचा वापर करण्याची प्रथा परदेशांमध्ये बरीच प्रचलित आहे. ह्यासाठी सर्वसामान्य रेडिओ रिसि-व्हरचा वापर करता येतो. ह्या साधना-विषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.

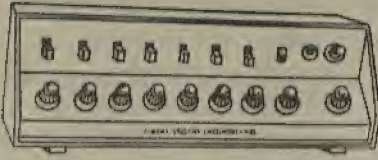
मायक्रोफोन केबल.—वर दिलेल्या ठोकळ आराखड्यात मायक्रोफोन, ग्रामोफोन व टेपरेकॉर्डर ह्या उपकरणांची अॅम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी केबलचा वापर केला असल्याचे दर्शविले



आकृती २-६

आहे. अशा केबलमध्ये मध्यभागी एक किंवा दोन प्रवाहवाहक तारा वापरलेल्या असतात व ह्या तारां-भोवती विद्युतविरोधक पदार्थाचे (उदाहरणार्थ, रबर, रेझीन वगैरेसारख्या पदार्थांचे) आवरण असते व नंतर ह्या आवरणाभोवती तांब्याच्या तारेच्या गुंफणीचे चिलखत (Shield) चढविलेले असते. अशा चिलखती आवरणाच्या आवश्यकतेविषयीची व मायक्रोफोन केबलच्या जोडणी बाबतीतच्या इतर तांत्रिक समस्या आहेत त्याविषयीचे अधिक विवेचन पुढे प्रकरण ६ मध्ये केले आहे.

ध्वनिमिश्रणाची व्यवस्था : मायक्रोफोन मिक्सर—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या ठोकळ



आकृती २-७

ह्या विभागात केले जाते.

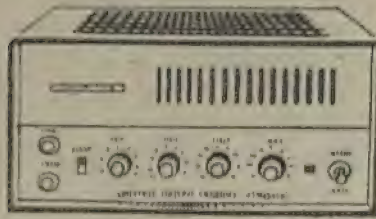
ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत कित्येकदा दोन किंवा अधिक मायक्रोफोन्स स्वतंत्रपणे वेगवेगळे किंवा एकाच वेळी वापरण्याचे प्रसंग येतात. अशा निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सची ॲम्प्लिफायरशी जोडणी मायक्रोफोन मिक्सरतर्फे केली जाते. त्याव्यतिरिक्त रेकॉर्ड प्लेअर व टेपरेकॉर्डरवरील ध्वनिमुद्रित कार्यक्रम व रेडिओवर चाललेले कार्यक्रम क्षेपित करण्याचीही व्यवस्था आवश्यक असते. त्यांची ॲम्प्लिफायरशी जोडणीही मिक्सरतर्फे केली जाते. ह्या सर्व साधनांतर्फे क्षेपित करावयाच्या ध्वनिलहरींचे आवश्यक असल्यास मिश्रण करण्याचे व ह्या साधनांच्या ध्वनिपातळीवर (Volume level) किंवा स्वरधर्मावर (Tone Quality) नियंत्रण ठेवण्याचे कार्य मायक्रोफोन मिक्सर विभागात करण्याची सोय असते.

सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागाशी निदान दोन मायक्रोफोन्सची जोडणी व त्याव्यतिरिक्त टेपरेकॉर्डर किंवा रेकॉर्ड प्लेअर इत्यादींसाठी सहाय्यक जोडणीची (Auxiliary Input) सोय केलेली असते. अशा व्यवस्थेत मायक्रोफोन मिक्सर विभाग ह्या ॲम्प्लिफायर विभागाचाच एक पोट विभाग असतो. अधिक प्रगत व विस्तृत व्यवस्थेत प्रसंगी १०-१२ मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याची सोय आवश्यक असते. अशा व्यवस्थेत मायक्रोफोन मिक्सर विभाग ॲम्प्लिफायर विभागापासून स्वतंत्र व विभक्त ठेवलेला असतो व केवळच्या सहाय्याने त्याची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी केलेली असते.

वर उल्लेख केल्याप्रमाणे गरजेनुसार एक किंवा अधिक मायक्रोफोन्सच्या लहरींचे मिश्रण करावयाचे असते तेव्हा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने ते सहजतेने घडवून आणता येते. उदाहरणार्थ, एखाद्या सभागृहात निरनिराळ्या जागी संभाषणे, वाद्यसंगीत वगैरेसारखे कार्यक्रम जेव्हा स्वतंत्रपणे परंतु एकाच वेळी चाललेले असतात, तेव्हा अशा प्रत्येक स्वतंत्र कार्यक्रमासाठी वेगळे मायक्रोफोन्स वापरता येतात. अशा प्रसंगी मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने ध्वनिवर्तनास विवक्षित मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी एकत्री जोडणी किंवा आवश्यक असल्यास दोन किंवा जास्त मायक्रोफोन्सची एकाच वेळी जोडणी करता येते. पुष्कळदा मायक्रोफोन मिक्सर विभागात प्रत्येक मायक्रोफोनसाठी स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोलची व कित्येकदा टोन कंट्रोलचीही सोय केलेली असते. अशी सोय उपलब्ध असल्यास प्रत्येक मायक्रोफोनचा आवाज कमी अधिक मोठा करता येतो आणि आवश्यक असल्यास आवाजाच्या स्वरधर्माचीही (Tone Quality) नियंत्रण करता येते. पुष्कळशा कार्यक्रमांमध्ये संभाषणाच्या क्षेपणासाठी केलेल्या मायक्रोफोन जोडणीनंतर किंवा मायक्रोफोन जोडणीपूर्वी ॲम्प्लिफायर विभागाशी ग्रामोफोनची जोडणी करण्याचे प्रसंग येतात. मायक्रोफोन व ग्रामोफोनच्या जोडणीतील अशी अदलाबदल मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने अगदी सहजतेने, सावकाशपणे, सफाईदारपणे अर्पण विशेष म्हणजे काहीही खडखडाट (Noise) न होऊ देता घडवून आणता येते.

मायक्रोफोन मिक्सर विभागविषयी अधिक तांत्रिक माहिती प्रकरण ४ मध्ये दिली आहे.

ॲम्प्लिफायर—मायक्रोफोन, ग्रामोफोन पिकअप आदि साधनांमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत



आकृती २-८

सुमारे १०० व्होल्टपर्यंत, म्हणजे मूळ विद्युत लहरीच्या जवळजवळ दशलक्षांज पटीने, प्रवर्धन होणे इष्ट असते. ह्या आकडेपावरून ॲम्प्लिफायर विभागाच्या प्रवर्धन कार्याची ध्वनितंत्रज्ञास चांगली कल्पना येऊ शकेल.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत २० वॅट, ४० वॅट, ७५ वॅट किंवा १०० वॅट विद्युतबलाचे (power output) ॲम्प्लिफायर्स सामान्यतः वापरले जातात. अधिक विद्युतबलाची आवश्यक असलेल्या जास्त विस्मृत व प्रसृत व्यवस्थेमध्ये योग्य विद्युतबलाचे एकापेक्षा अधिक ॲम्प्लिफायर्स वापरणे इष्ट व सोयीचेही असते.

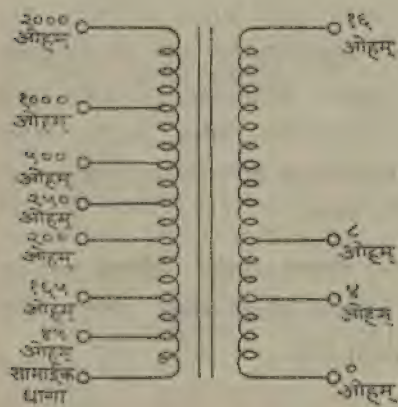
ॲम्प्लिफायर विभाग किमान किती विद्युतबलाचा असावा हे ज्या विवक्षित स्थळी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वापरावयाची असेल त्या जागेच्या व्याप्तीवर किंवा क्षेत्रफळावर किंवा पर्यायी श्रोतसमुदायाच्या संख्येवर, सभागृहातील गोंगाट गलबत्याच्या पातळीवर आणि श्रोतसमुदायात योग्य ध्वनि वितरण होण्यासाठी ज्या प्रकारचे व ज्या संख्येत लाऊडस्पीकर्स वापरावे लागतील त्यावर अवलंबून असते.

सर्वसाधारण सभागृहे व सार्वजनिक स्थळांसाठी ४० वॅट विद्युतबलाचा एकच ॲम्प्लिफायर वापरला तरी तो सामान्यतः पुरेसा असतो. अशा ॲम्प्लिफायरमध्ये किमान दोन मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याची व त्या व्यतिरिक्त ग्रामोफोन व टेपरेकर्डरची जोडणी करण्याची जादा सोय असणे आवश्यक असते. ॲम्प्लिफायर विभागामध्ये टोन कंट्रोलची सोयही फार महत्त्वाची असते. कारण पुढे योग्य स्थळी विवेचन केल्याप्रमाणे मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादातील (Frequency Response) उणिवांमुळे, मित्र व्यक्तींच्या आवाजातील वैगुण्यांमुळे व सभागृहाच्या वास ध्वनि व श्रवण संबंधित गूणधर्मांमुळे (Acoustics) ज्या समस्या निर्माण होतात त्या टोन कंट्रोलच्या योग्य जळवणीने सोडविता येतात, टाळता येतात किंवा निदान त्यांमध्ये बरीच सुधारणा तरी घडवून आणता येते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायरचे बाबतीत बरोल गोष्टी-व्यतिरिक्त इतरही काही तांत्रिक अपेक्षा आहेत. प्रकरण ४ मध्ये ॲम्प्लिफायर्सविषयी अधिक तांत्रिक विवेचन केले आहे.

लाऊडस्पीकर्सच्या जोडतारा.—टोकळ आराबड्यात लाऊडस्पीकर्सची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी जोडतारांतर्फे केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या जोडतारांता इंग्रजीत " लाऊडस्पीकर फीडर्स " म्हणतात. लाऊडस्पीकर्सची उभारणी ॲम्प्लिफायर विभागापासून तंत्री अंतरावर केलेली असेल तर त्यांच्या जोडणीचे बाबतीत विशेष अडचणी निर्माण होत नाहीत. प्लॅस्टिकचे आवरण असलेली साधो १४/००७६ किवा २३/००७६ गेजची नागमोडी गुंफण असलेली (twisted) जोडतार अशा जोडणीसाठी वापरता येते. ह्या जोडताराची निवड करताना भिन्न रंगांचे प्लॅस्टिकचे आवरण असलेल्या जोडतारा अधिक पसंत केल्या जातात. तारांबरील भिन्न रंगांच्या आवरणांमुळे विवक्षित जोडतारा सहज ओळखता येतात. पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (phasing) साधण्यासाठी जोडतारांची लाऊडस्पीकर्सशी योग्य ती जोडणी करणे तारेवरील रंगांमुळे सुलभ व सोयीचे होते.

दूर अंतरावर उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडताराचे बाबतीत जोडतारांच्या विद्युत विरोधाचा प्रश्न उग्र स्वरूप धारण करतो. कारण तारेची लांबी त्रितकी जास्त तितका तिचा विद्युत विरोध जास्त वाढतो व त्यामुळे ॲम्प्लिफायर विभागात प्रवाहित झालेल्या धाव्य विद्युत लहरींचा लाऊडस्पीकरकडे पोहोचण्यात बराच अपव्यय (loss) होण्याची शक्यता असते. अशा प्रकारचा अपव्यय टाळण्यासाठी शक्य तेवढ्या कमी विद्युतविरोधाची म्हणजे जास्तीत जास्त जाडीची तार वापरणे आवश्यक असते. दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्यात ह्या व्यतिरिक्त इतरही तांत्रिक समस्या निर्माण होतात. ह्या तांत्रिक समस्यांविषयीचे विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केलेले आहे.



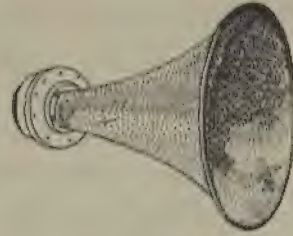
आकृती २-९.

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर.—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची उभारणी जेव्हा ॲम्प्लिफायरपासून दूर अंतरावर करण्याचे प्रसंग येतात तेव्हा वर उल्लेख केलेल्या तांत्रिक समस्या निर्माण होतात व त्या सोडविण्यासाठी " लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर " चा वापर करणे आवश्यक असते. आकृती २-९ मध्ये अशा ट्रॅन्सफॉर्मरची रचना दर्शविणारे एक चित्र दिले आहे. लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स व त्यांच्या वापराविषयीचे तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

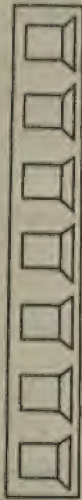
लाऊडस्पीकर्स.—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची योग्य जागी उभारणी करणे हे महत्त्वाचे कार्य असते. टोकळ ओराखड्यामध्ये लाऊडस्पीकर्स हे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील



आकृती २-१०



आकृती २-११

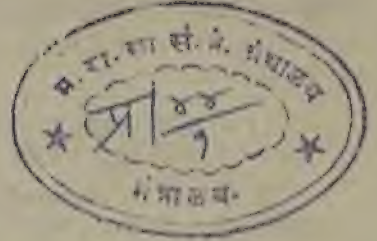


आकृती २-१२

शेवटचे घटकभाग असल्याचे दर्शविले आहे. वंदिस्त जागी लाकडी पेटीत बसविलेले साधे “कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स” वापरले जातात. आकृती २-१० पाहा. खुल्या जागी दूर अंतरावर विशिष्ट दिशेने ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी कर्णाचा वापर केलेले म्हणजे “हॉर्न लाऊडस्पीकर्स” वापरले जातात. आकृती २-११ पाहा. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ज्यांना “कॉलम लाऊडस्पीकर्स” किंवा ज्यांना “लाऊडस्पीकर स्तंभ” म्हणता येईल असे लाऊडस्पीकर्स हल्ली विशेष प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागले आहेत. आकृती २-१२ पाहा. लाऊडस्पीकर्स स्तंभांचा (Column loudspeakers) वापर करून ध्वनि वितरणाचे वास्तवीक निर्माण होणाऱ्या काही समस्या, पुढे योग्य स्थळी विवेचन केल्याप्रमाणे, कौशल्याने सोडविता येतात.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट स्थळ व प्रसंगानुसार विविध प्रकारचे व भिन्न बनावटीचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात. अशा लाऊडस्पीकर्सविषयीची सविस्तर माहिती प्रकरण ५ मध्ये दिलेली आहे.





आधुनिक ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या तीन प्रकारच्या मायक्रोफोन्स-विषयीचा उल्लेख गेल्या प्रकरणात आलेला आहे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत मायक्रोफोन हे एक अत्यंत महत्त्वाचे उपकरण असल्याने मायक्रोफोन्सच्या बाबतीत चांगले ज्ञान, त्याचप्रमाणे निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सचे कार्य कसे होते, मायक्रोफोन्सची गुणवत्ता ठरविताना मायक्रोफोन्सचे निरनिराळे गुणविशेष (Characteristics) कसे उपयुक्त होतात ह्या विषयीची सखोल तांत्रिक आणि व्यावहारिक माहिती ध्वनितंत्रज्ञान असणे अत्यावश्यक आहे. ह्या प्रकरणात प्रथम मायक्रोफोन्सच्या गुणविशेषांविषयीचे व नंतर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ह्या तीन प्रमुख प्रकारच्या मायक्रोफोन्सच्या रचना आणि कार्याविषयीचे विवेचन केले आहे.

मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

मायक्रोफोन हे अत्यंत महत्त्वाचे उपकरण असल्याने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत उत्तम दर्जाच्या मायक्रोफोन उपकरणाची निवड करणे अत्यंत आवश्यक असते. दर्जेदार बनावटीची उपकरणे साहजिकच किमतीने महाग असतात. किमतीच्या दृष्टीने विचार केल्यास सर्वसाधारणपणे क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोन सर्वात स्वस्त, मुझ्हिग कॉईल मायक्रोफोन त्यापेक्षा अधिक किमतीचा आणि रिबन मायक्रोफोन किमतीने त्याहीपेक्षा जास्त असतो. परंतु कमी दर्जाचे मुझ्हिग कॉईल किंवा रिबन मायक्रोफोन घेण्याऐवजी त्यातल्यात्यात चांगल्या दर्जाचा क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोन घेणे तांत्रिक व सर्वांच्या दृष्टीनेही अधिक किफायतशीर असते हे लक्षात ठेवले पाहिजे.

मायक्रोफोनचा दर्जा त्याच्या बनावटीच्या उत्कृष्टतेवर, मायक्रोफोनसाठी उत्पादनकार्यात वापरलेल्या वस्तूच्या गुणवत्तेवर आणि उत्पादन कौशल्यावर तर अवलंबून असतोच, परंतु खास म्हणजे त्याच्या सर्वात महत्त्वाच्या गुणविशेषावर अवलंबून असतो. हा गुणविशेष म्हणजे मायक्रोफोनचा "ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद" (Frequency Response). ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाप्रमाणेच मायक्रोफोनचे इतरही गुणविशेष आहेत. मायक्रोफोनचा दुसरा महत्त्वाचा गुणविशेष म्हणजे त्याची दिशावाही ध्वनियग्रहण पात्रता (Directional Property). ह्या दोन गुणविशेषांबद्दल विशिष्ट मायक्रोफोनची विवक्षित कार्यासाठी कार्यक्षमता कशी असू शकेल ह्याविषयी निश्चित अंदाज ध्वनितंत्रज्ञान बांधता येणे शक्य होते. मायक्रोफोन्स बाबतीत ह्याव्यतिरिक्त इतरही दोन गुणविशेष तांत्रिक दृष्ट्या विचारात घेतले जातात. हे गुणविशेष म्हणजे मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) व मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity). मायक्रोफोनचे संरोधन व संवेदनशीलता हे दोन्ही गुणविशेष मात्र बरील दोन गुणविशेषांपेक्षा एक प्रकारे गौण स्वरूपाचे असतात, कारण मायक्रोफोनची निवड पूर्वतःच ह्या गुणविशेषांच्या दृष्टीने योग्य व जुळवा अशा ऑम्प्लिफायर मंडळाच्या दृष्टीने केलेली असली म्हणजे व्यावहारात ह्या बाबतीत अडचणी येत नाहीत. मायक्रोफोन्सच्या ह्या चार गुणविशेषांविषयी अधिक तांत्रिक विवेचन पुढील परिच्छेदांमध्ये केले आहे.

मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response)

मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response) दोन तांत्रिक गोष्टींबद्दल ठरविला जातो—

(१) मायक्रोफोनमध्ये ज्या ध्वनिलहरींना प्रतिसाद मिळतो त्या ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येचा एकूण दप्ता (Frequency Range),

(२) निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींना प्रतिसाद मिळताना संवेदनशीलतेत (Sensitivity) पडणारा फरक.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत संभाषणाचे किंवा संगीताचे कार्यक्रम क्षेत्रित करण्याचे प्रसंग सामान्यपणे जास्त प्रमाणात येतात. ह्या कार्यक्रमांच्या नैसर्गिक व हुबेहूब ध्वनि पुनरुत्पत्तीसाठी, (High Fidelity) ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत दर सेकंदास निदान ५० सायकल्स ते ७००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या दप्त्यातील ध्वनिलहरींना यथोचित प्रतिसाद मिळणे आवश्यक आहे, असा ह्या बाबतीत प्रमाणित केलेल्या ब्रिटिश सहितेचा (British standard code of practice) इंडेक्स आहे. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनमध्ये मिळणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या कंप्रता प्रतिसादाचा दप्ता निदान बरील इतका आणि शक्य असल्यास अधिक विस्तृत असणे इष्ट असते असे म्हणावयास हरकत नाही. अर्थात, इतक्या विस्तृत दप्त्याची गरज सामान्यतः संगीत कार्यक्रमांसाठीच आवश्यक असते हे येथे नमूद केले पाहिजे. कारण कित्येक ध्वनितज्ञांच्या मते केवळ संभाषणाच्या कार्यक्रमांसाठी मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद दर सेकंदास ३०० ते ३००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या दप्त्यात मर्यादित असेल तरी तो पुरेसा असतो.

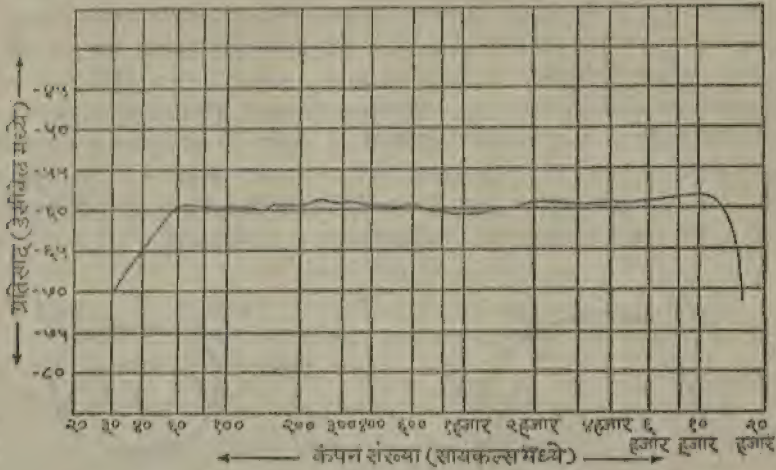
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाविषयीची वर उल्लेख केलेली दुसरी तांत्रिक गोष्ट मात्र अतिशय महत्त्वाची मानली जाते. मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येच्या किती विस्तृत दप्त्यातील लहरींना प्रतिसाद मिळतो ह्यापेक्षा विशिष्ट दप्त्यातील ध्वनिलहरींच्या निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या लहरींना मायक्रोफोनमध्ये समसमान प्रतिसाद (Uniform Response) मिळतो किंवा नाही हे तांत्रिक दृष्ट्या अधिक महत्त्वाचे मानले जाते. दुसऱ्या शब्दात संभाव्याचे झाल्यास विशिष्ट कंपनसंख्येच्या दप्त्यातील सर्व ध्वनिलहरींना मिळणाऱ्या प्रतिसादाचे बाबतीत मायक्रोफोनच्या संवेदनशीलतेच्या (Sensitivity) दृष्टीने प्रतिसादात फरक न पडणे महत्त्वाचे मानले जाते. पुढे प्रकरण ८ मध्ये ह्या बाबतीत केलेले तांत्रिक विवेचन वाचल्यानंतर ध्वनिप्रतिपुष्टीची (Acoustic feedback) समस्या सोडविण्यासाठी समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Uniform frequency response) असलेला मायक्रोफोन का आवश्यक किंवा न अपरिहार्य मानला जातो ह्याचे महत्त्व ध्वनितज्ञांच्या ध्यानात येईल.

मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाविषयी माहिती देताना मायक्रोफोन उत्पादक आपल्या तांत्रिक साहित्यात ह्या गुणविशेषाचा निर्देश खालील पद्धतीने करतात—

“ ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद : दर सेकंदास ६० ते १३००० सायकल्स. ”

बरील विधानाचा व्यावहारिक दृष्ट्या अभिप्रेत अर्थ एवढाच की ध्वनिलहरींच्या निर्देशित दप्त्यातील दोन्ही टोकांच्या (म्हणजे कमी व जास्त कंपनसंख्येच्या टोकांच्या) बाजूवर प्रतिसादात काही प्रमाणात उतारा (drop) अनुभवास येईल.

काही उत्पादक मायक्रोफोनच्या ध्वनि कंप्रताप्रतिसादाचे आलेख प्रसिद्ध करतात. अशा आलेखाचा एक नमुना आकृती ३-१ मध्ये दर्शविला आहे.



आकृती ३-१

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता (Directional Property)

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता म्हणजे वस्तुतः निरनिराळ्या दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींना मायक्रोफोनमध्ये मिळणाऱ्या प्रतिसादाचे मूल्यमापन असते असे म्हणावयास हरकत नाही. मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचे तीन मुख्य प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते. हे तीन प्रकार म्हणजे (१) बहुदिश (Omni-directional), (२) द्विदिश (Bi-directional) आणि (३) एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता.

बहुदिश (Omni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये स्थूलमानाने समतल दिशेत सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी समप्रमाणात जेल्ल्या जातात.

द्विदिश (Bi-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये मायक्रोफोनच्या फक्त पुढील व मागील ह्या दोन दिशांनी येणाऱ्या ध्वनिलहरींचे ग्रहण केले जाते. बाजूवरील दोन्ही दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींना अशा मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद दिला जात नाही.

एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये फक्त मायक्रोफोनच्या पुढील बाजूकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींचे ग्रहण केल्या जातात. बाकीच्या इतर सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये टिपल्या जात नाहीत.

दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचे ध्रुवाभिमुख आलेख (Polar diagrams)

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता ध्रुवाभिमुख आलेखांच्या (Polar diagrams) स्वरूपात निर्देशित करण्याची प्रथा आहे. असा आलेख तयार करण्यासाठी मायक्रोफोन जणू काय एखाद्या वर्तुळाच्या मध्यभागी स्थापित केला जातो व ह्या मध्यबिंदूच्या समोवार वर्तुळाच्या परिधी-वृत्त निरनिराळ्या दिशांकडून एका ठराविक विशिष्ट तीव्रतेच्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनवर

क्षेपित केल्या जातात. मायक्रोफोनमध्ये अशा ध्वनिलहरींना मिळणाऱ्या कमी अधिक प्रतिसादप्रमाणे मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरीच्या दावांची नोंदणी केली जाते व ह्या नोंदणीच्या सहाय्याने ध्रुवाभिमुख आलेख (polar diagram) काढला जातो. ध्रुवाभिमुख आलेख कसा तयार करता येतो हे अधिक समर्पकपणे समजण्यासाठी मायक्रोफोन एखाद्या अनेक आरा (spokes) असलेल्या चाकाच्या मध्यावर स्थापित केला आहे अशी कल्पना करा. निरनिराळ्या आरा म्हणजे चाकाच्या वर्तुळाच्या त्रिज्याच (Radius) असतात. ह्या त्रिज्येवर वर्तुळाच्या मध्यबिंदूपामुन वर वर्णन केलेल्या विद्युत लहरीच्या दावांच्या कमी अधिक नोंदणीनुसार प्रमाणित अंतरावर बिंदू स्थापित केले व हे निरनिराळे बिंदू नंतर एकमेकांशी जोडले म्हणजे मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पावतेचा ध्रुवाभिमुख आलेख तयार होतो. आकृती ३-२, आकृती ३-३ व आकृती ३-४ मध्ये अशा धर्तीवर तयार केलेले बहुदिश, द्विदिश व एकदिश ध्वनिग्रहण पावता असलेल्या मायक्रोफोन्सचे ध्रुवाभिमुख आलेख नमुन्यादाखळ दर्शविले आहेत.



आकृती ३-२



आकृती ३-३



आकृती ३-४

आकृती ३-२ चे निरीक्षणान्वहन दिसून येईल की बहुदिश ध्वनिग्रहण पावता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वतः वर्तुळाकार असतो. असे मायक्रोफोन्स समतल दिशेत पुढील, मागील आणि इतरही जाजूकडून स्थूलमानाने सारखेच संवेदनशील (Sensitive) असल्यामुळे

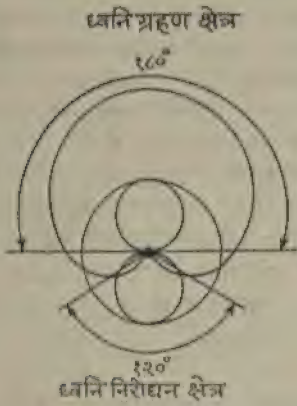
आवाज कोणत्याही दिशेकडून येतो, मायक्रोफोनमध्ये असे आवाज टिपले जातात. ह्या गुणविशेषाचा एक तोटा म्हणजे श्रोतसमुदायात चाललेला गोंगाट गलबला, सभागृहात प्रतिध्वनीमुळे (Reflection) निर्माण होणारा ध्वनिप्रतिनाद (Reverberation) आणि लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित केलेल्या प्रवर्धित ध्वनिलहरी पुन्हा मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या जाण्याची म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) होण्याची फार शक्यता असते. अशा प्रकारचे समस्यांकडे आवाज जेव्हा अनावश्यक असतात (अणि सामान्यतः अशीच परिस्थिती असते) तेव्हा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरणे इष्ट नसते. परंतु सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींचे जेव्हा ग्रहण करावयाचे असते तेव्हा मायक्रोफोनचा हा गुणविशेष उपयुक्त होतो, कारण अशा प्रकारचा मायक्रोफोन योग्य जागी ठांगून ठेवला की तो सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी झेलू शकतो. उदाहरणार्थ, सामूहिक परिसंवाद, गोलमेज परिपद, बंड किंवा बाइबुंदाच्या कार्यक्रमांसाठी असा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेला मायक्रोफोन नेहमी वापरला जातो. ह्या व्यतिरिक्त ह्या मायक्रोफोनचा दुसरा एक विशेष फायदा म्हणजे त्याची स्थानांतर क्षमता (Maneuverability) म्हणजे कार्यक्रमाच्या जागी त्याची पाहिजे तेथे कोठेही हलवाहलव करता येते, कारण सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी त्यामध्ये सहजतेने झेलल्या जात असल्याने तो एका जागेवरून दुसऱ्या जागी हलविताना काहीही अडचण निर्माण होत नाही.

आकृती ३-३ च्या निरीक्षणावरून दिसून येईल की, द्विदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वतः इंग्रजी आठ ह्या आकड्याच्या आकाराचा आहे. अशा प्रकारच्या मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरी फक्त पुढील व मागील बाजूकडूनच झेलल्या जातात. दुसऱ्या राहिलेल्या दोन बाजूकडून ध्वनिलहरी टिपल्या जात नाहीत. हा एक महत्त्वाचा फायदा असतो. ध्वनिलहरी न झेलणाऱ्या ह्या बाजू सभागृहातील गोंगाट गलबल्याकडे किंवा लाऊडस्पीकर्समधून येणाऱ्या प्रवर्धित ध्वनिलहरीच्या दिशेकडे सामोऱ्या करून मायक्रोफोन ठेवला तर असे अनावश्यक आवाज मायक्रोफोनमध्ये झेलले जात नाहीत. समोरासमोर बसलेल्या दोन व्यक्तींमध्ये चाललेले संभाषण किंवा संवाद क्षेपित करण्यासाठी द्विदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर आदर्श समजला जातो.

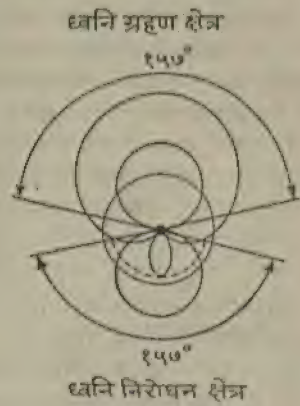
आकृती ३-४ च्या निरीक्षणावरून दिसून येईल की, एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वतः हृदयाच्या आकाराचा असतो. ह्या आकारामुळे अशा मायक्रोफोनला इंग्रजीत "कार्डिओइड" (Cardioid) म्हणजे हृदयाच्या आकारासारखा—मायक्रोफोन म्हणतात. अशा मायक्रोफोनमध्ये एकाच दिशेने ध्वनिलहरी झेलल्या जात असल्याने बसल्याकडे मायक्रोफोनचे तांड फिरविले तर सभागृहातील मायक्रोफोनच्या मागील बाजूकडून येणाऱ्या श्रोतसमुदायातील गोंगाट गलबल्याचे किंवा लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित झालेल्या प्रवर्धित ध्वनिलहरीचे अनावश्यक आवाज किंवा सभागृहातील समोरच्या भिंतीवरून उमटणारे त्याचे प्रतिध्वनी (Echoes) मायक्रोफोनमध्ये झेलले जात नाहीत.

एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या कार्डिओइड मायक्रोफोनची एक परिणती म्हणजे साध्या "कार्डिओइड" मायक्रोफोन ऐवजी ज्याला "सुपर कार्डिओइड" (Super Cardioid) मायक्रोफोन म्हणतात, अशा मायक्रोफोनचे उत्पादन हल्ली केले जाते. अशा मायक्रोफोनचे एक खास वैशिष्ट्य म्हणजे मायक्रोफोनच्या पुढील बाजूकडील ध्वनिलहरी झेलण्याचे क्षेत्र (frontal pick-up area) साध्या कार्डिओइड मायक्रोफोनपेक्षा अधिक संकुचित केलेले असते. अर्थात त्यामुळे मायक्रोफोनच्या मागील बाजूच्या ध्वनिलहरी न झेलणाऱ्या किंवा ध्वनि निरोधनाच्या क्षेत्राची (Rear rejection area) व्याप्ती मात्र काही प्रमाणात वाढते. साध्या "कार्डिओइड" व "सुपर कार्डिओइड" मायक्रोफोन्समधील ध्वनिलहरीच्या ग्रहण व निरोधनातील फरक ध्वनिलहरी झेलण्याच्या म्हणजे

“ग्रहण कोना” वक्रन (Acceptance Angle) व ध्वनिलहरी न श्लेषणाच्या म्हणजे “निरोध कोना” वक्रन (Rejection Angle) आकृती ३-५ व आकृती ३-६ मध्ये स्पष्ट केला आहे.



आकृती ३-५



आकृती ३-६

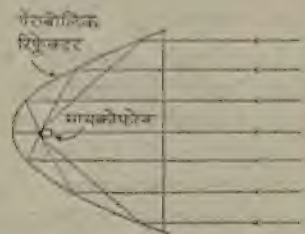
एकदिश ध्वनिग्रहणाच्या प्रगतीत इतरही प्रयत्न शालिले आहेत. अशा अत्याधुनिक



आकृती ३-७ मशीन गन मायक्रोफोन

प्रकारांमध्ये ज्याला “मशीन गन मायक्रोफोन” (Machine Gun Microphone) म्हणतात अशा मायक्रोफोनचा व ज्यामध्ये “पॅराबोलिक रिफ्लेक्टर” चा (Parabolic Reflector) वापर केला जातो अशा मायक्रोफोनचा संभावित होतो. आकृती ३-७ व आकृती ३-८ पहा. मशीन गन मायक्रोफोनची एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रता अतिशय तीव्र असते. संभाषणात संभाषण करणाऱ्या व्यक्तीवर अशा प्रकारचा मायक्रोफोन बंदुकीप्रमाणे रोखला तर संभाषण करणाऱ्या व्यक्तीचे आवाज दूर अंतरावरूनही सूक्ष्मपणे

टिपता येतात. “पॅराबोलिक रिफ्लेक्टर” वापरलेल्या मायक्रोफोनमध्ये एका विशिष्ट दिशेने येणाऱ्या ध्वनिलहरी पॅराबोलिक रिफ्लेक्टरच्या केंद्रबिंदूवर बसविलेल्या मायक्रोफोनवर प्रारंभित होऊन केंद्रित होण्याची सौम्य असल्याने कोणत्याही विविधित दिशेने येणाऱ्या दूर अंतरावरील ध्वनिलहरी (ज्वाहरणाचे, पक्ष्यांचे आवाज) सूक्ष्मपणे टिपता येतात. पॅराबोलिक रिफ्लेक्टरचा आकार मात्र बराच आवाहव्य असल्याने व्यवहारात असा मायक्रोफोन हाताळणे सोयीचे



आकृती ३-८

नसते. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत बरील दोन्ही प्रकारच्या मायक्रोफोन्सचा वापर करण्याचे प्रसंग सामान्यतः निर्माण होत नाहीत.

मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance)

संरोधनाच्या दृष्टीने मायक्रोफोन्सचे स्थूलमानाने दोन प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते : (१) कमी संरोधनाचे (Low impedance) मायक्रोफोन्स, (२) जास्त संरोधनाचे (High impedance) मायक्रोफोन्स.

सर्वसामान्यपणे ५० ओहम किंवा त्यापेक्षा कमी संरोधन असलेले मायक्रोफोन्स कमी संरोधनाचे मायक्रोफोन्स (Low impedance microphones) समजले जातात. १०००० ओहम किंवा त्यापेक्षा जास्त संरोधन असलेल्या मायक्रोफोन्सचे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्समध्ये (High impedance microphones) वर्गीकरण केले जाते.

मायक्रोफोन्सच्या बाबतीत एक अत्यंत महत्त्वाची तांत्रिक बाब म्हणजे मायक्रोफोनची ऑम्प्लिफायर विभागाशी किंवा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी जोडणी करताना मायक्रोफोनचे संरोधन व ऑम्प्लिफायरच्या पूर्वजोडणी मंडळाचे संरोधन (Input impedance) ह्यांची योग्य जुळवणी (matching) होणे अत्यावश्यक असते. मायक्रोफोनचे संरोधन आणि ज्या ऑम्प्लिफायर किंवा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी त्याची जोडणी करावयाची असते त्या ऑम्प्लिफायर किंवा मिक्सरच्या पूर्वजोडणी विभागाचे संरोधन जर भिन्न असतील तर अशा जोडणीसाठी योग्य व जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा (Matching transformer) वापर करून अशा विभिन्न संरोधनांची जुळवणी (Impedance matching) करणे इष्ट असते. मायक्रोफोनची ऑम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्याचे बाबतीत ह्या व्यतिरिक्त इतरही समस्या निर्माण होतात. मायक्रोफोन व ऑम्प्लिफायर विभागाच्या जोडणीविषयीचे सविस्तर तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity)

जो मायक्रोफोन दूर अंतरावरील ध्वनिलहरी शेलू शकतो तो मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील व जो कमी प्रमाणात शेलतो किंवा शेलू शकत नाही तो मायक्रोफोन त्या मानाने कमी संवेदनशील असतो अशी सामान्य भाषणाची संवेदनशीलतेविषयीची कल्पना असते. परंतु तांत्रिक दृष्ट्या ह्या कल्पनेमुळे कित्येकदा दिशाभूल होण्याची शक्यता असते. ह्याचे कारण म्हणजे एखादा मायक्रोफोन कमी संवेदनशील म्हणून गणला असला परंतु अशा मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न झालेल्या विद्युत लहरीचे जर पुरेशा प्रमाणात प्रवर्धन केले तर तोच मायक्रोफोन चांगला संवेदनशील असल्यासारखा भासतो. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity) काही प्रमाणभूत तांत्रिक कसोट्या वापरून ठरविली तरच ह्याबाबतीत अचूक मूल्यमापन करणे शक्य होते.

तांत्रिक दृष्ट्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता विशिष्ट व प्रमाणित ध्वनि दाब लहरीमुळे मायक्रोफोनमध्ये ज्या समसमान विद्युतलहरी उत्पन्न होतात त्यांच्या विद्युतदाबाच्या प्रमाणावरून ठरविली जाते. ह्या विद्युतदाब जितका जास्त तितका मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील (Sensitive) समजला जातो. साहजिकच, जेव्हा मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील असतो तेव्हा त्यामध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरीचे त्यामानाने कमी प्रमाणात प्रवर्धन केले तरी चालू शकते. बरील विवेचनावरून ध्वनितंत्रज्ञाच्या लक्षात येईल की तांत्रिक दृष्ट्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता ठरविताना

ध्वनिलहरीची पातळी (Sound level) व मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींची पातळी (Electrical level) ह्या दोन्ही गोष्टी जमेल घराब्या लागतात.

निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सच्या संवेदनशीलतेचे मोजमाप करण्यासाठी ध्वनिलहरींची जी प्रमाणभूत पातळी ठरविलेली आहे ती "मायक्रोबार" (Microbar) ह्या परिमाणात व्यक्त केली जाते. "मायक्रोबार" ह्या परिमाणाची व्याख्या दाब्याची झाल्यास असे म्हणता येईल की मायक्रोबार हे दर सौरस सेंटीमीटर पृष्ठभागावर पडणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या दाबाचे "डाइन" (Dyne) ह्या परिमाणात व्यक्त केलेले प्रमाण असते. मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरींची पातळी "व्होल्ट्स" मध्ये किंवा पर्यायी "वॅट्स" ह्या विद्युतबलाच्या परिमाणात व्यक्त केली जाते.

बरील परिमाणाप्रमाणे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची संवेदनशीलता (Sensitivity) "दर मायक्रोबारमागे एक व्होल्ट" ही प्रमाणभूत संदर्भ पातळी (Reference level) धरून व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबारमागे एक मिलीवॅट" ही प्रमाणभूत संदर्भ पातळी धरून व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. उदाहरणार्थ, जास्त संरोधनाच्या एखाद्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता बर उल्लेख केलेल्या संदर्भ पातळीप्रमाणे "दर मायक्रोबारमागे १.२५ मिलीव्होल्ट" अशी व्यक्त केली जाईल व कमी संरोधनाच्या एखाद्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबारमागे ४ मिलीमायक्रोवॅट" अशी व्यक्त केली जाईल. सर्वसामान्यपणे मात्र संवेदनशीलतेचा निर्देश करताना ती बरील पद्धतीने व्यक्त न करता "डेसीबेल" (Decibel) ह्या परिमाणात व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. ह्या परिमाणाप्रमाणे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता बर उल्लेख केल्याप्रमाणे "दर मायक्रोबारमागे १.२५ मिलीव्होल्ट" अशी व्यक्त न करता विवक्षित संदर्भ पातळीच्या म्हणजे "दर मायक्रोबारमागे १ व्होल्ट" ह्या संदर्भ पातळीच्या दृष्टीने -५८ डेसीबेल व कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबारमागे ४ मिलीमायक्रोवॅट" अशी व्यक्त न करता विवक्षित संदर्भ पातळीच्या म्हणजे "दर १० मायक्रोबारमागे १ मिलीवॅट" ह्या संदर्भ पातळीच्या दृष्टीने -५४ डेसीबेल अशी व्यक्त केली जाते.

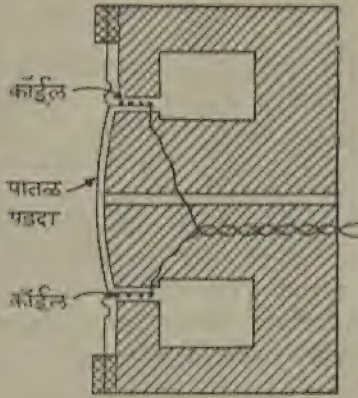
संवेदनशीलतेविषयीचे बरील विवेचन केवळ तात्त्विक विवेचन ह्या दृष्टीनेच महत्त्वाचे आहे. मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरींचे सामान्यतः भरपूर प्रमाणात प्रवर्धन (Amplification) करणे शक्य असल्यामुळे अतिशय कमी संवेदनशीलता असलेला मायक्रोफोनदेखील कमालीचा संवेदनशील बनविता येतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत मायक्रोफोन व त्याची जोडणी करण्यासाठी नियोजित केलेला अॅम्प्लिफायर विभाग हे दोन्ही घटक एकमेकांस जुळसे (matching) असतील अशी त्यांची पूर्वातःच निवड केली जात असल्यामुळे, पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे मायक्रोफोनच्या संवेदनशीलतेच्या बाबतीत व्यवहारात विशेष अशा काही अडचणी निर्माण होत नाहीत.

तीन प्रमुख प्रकारचे मायक्रोफोन्स—रचना आणि कार्य

मायक्रोफोनच्या गुणविशेषांविषयीच्या बरील सामान्य विवेचनानंतर ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या तीन प्रमुख प्रकारच्या मायक्रोफोन्सच्या (मुख्यगः कॉर्डल, रिबन व फ्रिक्वेंसी/सिरेमिक मायक्रोफोन्सच्या) रचना आणि कार्याविषयी विवेचन करण्यास आता हरकत नाही.

मुविंग कॉईल मायक्रोफोन (Moving Coil Microphone)

मुविंग कॉईल मायक्रोफोनची रचना व कार्य.—आकृती ३-९ मध्ये मुविंग कॉईल मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दिले आहे.



आकृती ३-९

लागते तेव्हा ह्या कॉईलचीही चुंबकीय क्षेत्रात पुढे मागे हालचाल होऊ लागते व त्यामुळे ध्वनिलहरींच्या कमी अधिक दाबाप्रमाणे कॉईलमध्ये सूक्ष्म विद्युतदाब लहरी प्रवाहित (induced) होतात.

मुविंग कॉईल मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

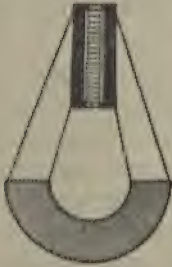
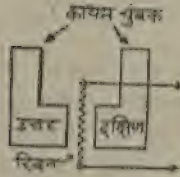
अगदी कमजोर ध्वनिलहरींनाही योग्य प्रतिसाद मिळावा ह्या उद्देशाने मुविंग कॉईल मायक्रोफोनमध्ये वापरलेला पडदा (Diaphragm) व कॉईल वजनाने अतिशय हलकी असणे इष्ट असते व त्या दृष्टीने कॉईल अगदी बारीक अशा तारेचे काही वेढे गुंडाळून तयार केलेली असते. साहजिकच ह्या कॉईलचे संरोधन बरेच कमी म्हणजे सर्वसामान्यपणे ३० ओहमच्या दरम्यान असते. सर्वसामान्य अॅम्प्लिफायर विभागाच्या पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन (Input impedance) ह्यापेक्षा खूपच जास्त असल्यामुळे मुविंग कॉईल मायक्रोफोनची अॅम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी योग्य व जुळेसा स्टेपअप ट्रॅन्सफॉर्मर वापरणे आवश्यक असते.

ह्या मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींच्या दाबाची पातळी (Voltage Output) एकंदरीत समाधानकारक असते. मायक्रोफोनपासून $\frac{1}{2}$ ते $1\frac{1}{2}$ फूट अंतरावरून संभाषण केल्यास अशा मायक्रोफोनमध्ये सुमारे ३०० मायक्रोव्होल्ट ते ३० मिलीव्होल्ट दाबाच्या विद्युतलहरी निर्माण होतात. सर्वसामान्यपणे ध्वनिलहरींच्या दर सेकंदास सुमारे ५० ते ८००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या लहरींना ह्या मायक्रोफोनमध्ये चांगला प्रतिसाद मिळू शकतो. दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्राच्या दृष्टीने मुविंग कॉईल मायक्रोफोनचे बहुदिश (Omni-directional) व एकदिश (Uni-directional) ह्या दोन्हीही प्रकारांत उत्पादन केले जाते.

मुविंग कॉईल मायक्रोफोनची किंमत माफक प्रमाणात असल्यामुळे आणि विशेष म्हणजे हे मायक्रोफोन कणखर बनावटीचे असल्याने ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत बंदिस्त (Indoor) किंवा खुल्या (Outdoor) जागी वापर करण्यासाठी देखील अतिशय उपयुक्त व सोयीस्कर ठरले आहेत.

रिबन मायक्रोफोन (Ribbon Microphone)

रिबन मायक्रोफोनची रचना व कार्य.—आकृती ३-१० मध्ये रिबन मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारी चित्रे दर्शविली आहेत.



आकृती ३-१०

रिबन मायक्रोफोनचे कार्यही मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या तत्त्वावरच आधारित असते. परंतु ह्या मायक्रोफोनची रचना मात्र मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनपेक्षा बरीच वेगळी असते. रिबन मायक्रोफोनमध्ये दोन जोरदार कायम चुंबकाच्या उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवांमध्ये अल्युमिनियमची बनविलेली एक पातळ रिबन (Ribbon) किंवा फीत बसविलेली असते. ध्वनिलहरी जेव्हा ह्या पातळ रिबनवर आदळतात तेव्हा रिबन कंप पावू लागते व असे कंपन होत असताना दोन चुंबक ध्रुवांमधील चुंबकीय विकीर्य रेखा (Magnetic lines) छेदल्या जातात व रिबनमध्ये ध्वनिलहरीच्या कमी अधिक दाबाप्रमाणे विद्युतदाब लहरी प्रवर्तित (induced) होतात.

रिबन मायक्रोफोनमध्ये मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे पातळ पडदा (diaphragm) न वापरता वर वर्णन केल्याप्रमाणे रिबन वापरलेली असल्यामुळे रिबनची वागील व पुढील बाजू गुळी राहते आणि त्या शिवाय चुंबक ध्रुव व रिबन ह्यामध्ये फट किंवा थोडी मोकळी जागा राहते. त्यामुळे रिबन कंप पावू लागली म्हणजे ह्या रिबनच्या दोन्ही बाजूकडे जाऊ शकते. रिबन मायक्रोफोनमध्ये रिबनचे कंपन मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे ध्वनि लहरीच्या दाबामुळे (pressure) होण्याऐवजी ध्वनिलहरीमुळे होवेल्या प्राप्त होत असलेल्या गतीमुळे (Velocity) निर्माण होत असते हा ह्या दोन मायक्रोफोन्सच्या कार्यांमधील महत्त्वाचा फरक ध्यानात घेण्याजोगा आहे.

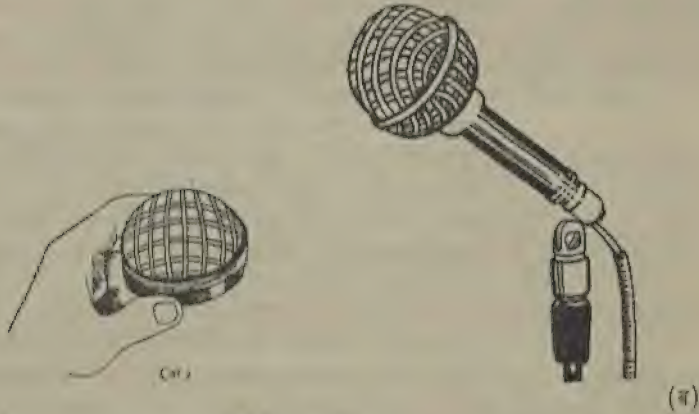
रिबन मायक्रोफोनचे गुणविशेष.—रिबन मायक्रोफोनमध्ये वापरली जाणारी रिबन मुद्दामच पातळ व हलक्या वजनाची केलेली असते व त्यामुळे ध्वनिलहरीच्या अतिद्रुत कंपनसंख्येच्या लहरीमुळे ती सहजतेने कंप पावू शकते. साहजिकच ध्वनिलहरीच्या अतिद्रुत किंवा उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना अशा मायक्रोफोनमध्ये उत्कृष्ट प्रतिसाद मिळू शकतो. ध्वनिलहरीच्या एकूण पटलावरील बऱ्याच विस्तृत टप्प्यांतील म्हणजे दर सेकंदास सुमारे ६० ते १०,००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या लहरींना रिबन मायक्रोफोनमध्ये समसमान प्रतिसाद (Uniform Response) मिळू शकत असल्याने इतेंदार कार्यक्रमांसाठी (उदाहरणार्थ, संगीताची बैठक) रिबन मायक्रोफोन अतिशय उपयुक्त मानला जातो. ह्या मायक्रोफोनचे दुसरे वैशिष्ट्य म्हणजे मायक्रोफोनमधील खरखर आवाजाची पातळीही (Noise level) बरीच कमी असते.

रिबन म्हणजे तत्त्वतः तारेच्या एकेरी वेड्यासारखे कार्य करीत असल्यामुळे रिबन मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) १ ओहम पेक्षाही कमी असते. त्यामुळे रिबन मायक्रोफोनसमवेत योग्य जुळवणीचा मायक्रोफोन ट्रान्सफॉर्मर (microphone transformer) वापरून त्याचे संरोधन निदान ३० ओहमपर्यंत तरी वाढवावे लागते. ह्या ट्रान्सफॉर्मरव्यतिरिक्त अॅम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करताना पुन्हा दुसरा जुळेसा ट्रान्सफॉर्मर (Matching transformer) सामान्यतः वापरावा लागतो.

रिबन मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतदाब लहरी फार सूक्ष्म असतात. मायक्रोफोनपासून सहा फूट अंतरावरून संप्रापण करतबेळी रिबन मायक्रोफोनमध्ये १० मायक्रोव्होल्ट ते ३०० मायक्रोव्होल्ट दाबाच्या विद्युत लहरी निर्माण होतात. त्या दृष्टीने मुखिय कॉईल मायक्रोफोनपेक्षा रिबन मायक्रोफोन कमी संवेदनशील असतो असे म्हणावयास हरकत नाही.

रिबनची मागील व पुढील बाजू खुली असल्याने रिबन मायक्रोफोन द्विदिश (Bi-directional) ध्वनि ग्रहण पात्रतेचा असतो. रिबन मायक्रोफोनमधील रिबन अतिशय पातळ व नाजूक असल्याने एक खास खबरदारी घ्यावी लागते आणि ती म्हणजे मायक्रोफोन समोर बोलणाऱ्या व्यक्तीने मायक्रोफोनपासून कमीत कमी १ फूट तरी अंतर ठेवून बोलणे इष्ट असते. नाही तर आवाजात विकृती (Distortion) निर्माण होते. ह्याच कारणास्तव खुल्या जागी वापरताना रिबन मायक्रोफोनचे जोरदार वाऱ्यापासून संरक्षण करावे लागते. तसे न केल्यास मायक्रोफोनमधून वाऱ्याचा धोंगाट जोरदारपणे तर एक येऊ लागतोच परंतु प्रसंगी मायक्रोफोनची त्यामुळे कायमची खराबी होण्याची देखील शक्यता असते.

वाऱ्यापासून संरक्षण करण्यासाठी वापरण्याचे आच्छादन (Wind shield).—आकृती ३-११ (अ) मध्ये वाऱ्यापासून संरक्षण करण्यासाठी मायक्रोफोनवर बसविल्या जाणाऱ्या संरक्षक आच्छादनाचा



आकृती ३-११

एक प्रकार दर्शविला असून आकृती ३-११ (ब) मध्ये मायक्रोफोनवर बसविलेले एक संरक्षक आच्छादन दर्शविले आहे. ह्या आच्छादनाच्या एका प्रकारात घातूच्या जाळीखाली गवताच्या काड्या दाबून असे आच्छादन बनविले जाते. हल्ली गवताच्या काड्याऐवजी स्पंज वापरला जातो. असे संरक्षक आच्छादन मायक्रोफोनवर बसविले म्हणजे वाऱ्याच्या धोंगाटाच्या लहरी मायक्रोफोनमध्ये न शिरता त्या बाजूला सारल्या जातात. अर्थात् संरक्षक आच्छादन वापरूनही वाऱ्याचा धोंगाट सर्वस्वी वर्ज्य करणे शक्य होत नाही.

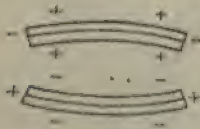
रिबन मायक्रोफोन इतर मायक्रोफोनपेक्षा वराच नाजूक बनावटीचा असल्याने खुल्या जागी उभारणी केलेल्या ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत त्याचा वापर शक्यतो टाळणे इष्ट असते. परंतु बंदिस्त जागी आणि विशेषतः ध्वनि प्रतिपुष्टीची (Acoustic Feedback) समस्या

जेव्हा उच्च असते तेव्हा रिबन मायक्रोफोनचा वापर इतर प्रकारच्या मायक्रोफोनपेक्षा खूपच सरस ठरतो. रिबन मायक्रोफोनमध्ये ध्वनि पटलावरील निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या एकूण सब लहरींना समसमान (Uniform) व उत्कृष्ट प्रतिसाद मिळू शकत असल्याने संगीत कार्यक्रमांसाठी हा मायक्रोफोन पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे अतिशय उपयुक्त किबहुना एक अपरिहार्य उपकरण मानले जाते.

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन (Crystal/Ceramic microphone)

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन—रचना आणि कार्य.—क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोनची कार्यपद्धती बर वर्णन केलेल्या दोन्ही मायक्रोफोनपेक्षा सर्वस्वी भिन्न आहे. क्रिस्टल मायक्रोफोनमध्ये "इमन विद्युतशक्ती" (Piezo Electricity) निर्माण करील अशा "रोशेल सॉल्ट" सारख्या नैसर्गिक स्फटिक पदार्थांचा किंवा पर्यायी बेरियम टिटनेट आणि लेड सिरकोनेट टिटनेटसारख्या मानव निर्मित स्फटिकांचा उपयोग केला जातो. अशा स्फटिक पदार्थांच्या पातळ पट्ट्या विशिष्ट रीतीने कापल्या व एकत्रित जोडून त्या वाकविल्या, मुडपल्या किंवा त्यावर यांत्रिक दाब (Mechanical pressure) निर्माण केला तर अशा पट्ट्यांच्या दोन्ही बाजूंवर विद्युतदाब निर्माण होता. "इमन विद्युत शक्ती" च्या ह्या गुणधर्माचा क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोनमध्ये उपयोग केला जातो.

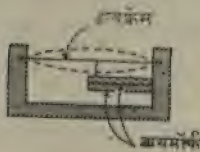
क्रिस्टल मायक्रोफोनसाठी पूर्वी रोशेल सॉल्ट ह्या स्फटिक पदार्थाचा वापर केला जात असे. ह्या रोशेल सॉल्ट ऐवजी सिरॅमिक स्फटिक पदार्थाचा उपयोग केला जातो. अशा स्फटिक पदार्थांची एक पट्टी वापरण्याऐवजी दोन पातळ स्फटिक पट्ट्या एकमेकींस चिकटवून त्यांची जोडी वापरली जाते. स्फटिक पदार्थांच्या अशा जोडपट्ट्यांना इंग्रजीत "बायमॉर्फ" (Bimorph) असे म्हणतात. ह्या जोडपट्ट्या मुडपल्या किंवा वाकविल्या की जोडपट्टीच्या पृष्ठभागांवर विद्युतदाब निर्मिती होते. आकृती ३-१२ पाहा.



आकृती ३-१२

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे दोन प्रकार प्रचलित आहेत : (१) पातळ पडद्याचा किंवा "डायफ्रॅम" चा (Diaphragm) वापर केलेले मायक्रोफोन्स (२) पडद्याचा वापर न करता "साउंड सेल" चा (Sound Cell) वापर केलेले मायक्रोफोन्स.

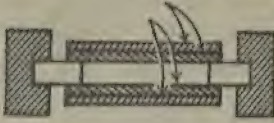
आकृती ३-१३ मध्ये पातळ पडद्याचा वापर केलेल्या म्हणजे "डायफ्रॅम" पद्धतीच्या मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. ध्वनि-लहरी जेव्हा अशा पातळ पडद्यावर आदळतात तेव्हा हा पडदा कंप पावू लागतो व त्यामुळे पडद्याशी जोडलेला क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ कमी जास्त वाकविला जातो व त्यामुळे त्याच्या बाह्य बाजूंवर ध्वनिलहरीच्या कमी जास्त दाबाप्रमाणे समसमान आकारमानाच्या विद्युतदाब लहरी निर्माण होतात.



आकृती ३-१३

आकृती ३-१४ मध्ये "साऊंड सेल" पद्धतीच्या क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनची मूलभूत अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. ह्या मायक्रोफोनच्या रचनेत वापरलेल्या "साऊंड सेल" म्हणजे वस्तुतः क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ असतात. अशा अनेक (सामान्यतः २४) साऊंड सेल्स मायक्रोफोनमध्ये वापरलेल्या असतात. ध्वनिलहरी जेव्हा ह्या साऊंड सेल्सवर आदळतात तेव्हा ध्वनिलहरीच्या कमी अधिक आघाताप्रमाणे साऊंड सेल्सवर कमी अधिक प्रमाणात यांत्रिक दाब (Mechanical pressures) निर्माण होतात. साऊंड सेल्ससाठी वापरलेल्या स्फटिक पदार्थाच्या दमन विद्युतशक्तीच्या गुणधर्मांमुळे क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फच्या बाह्य बाजूवर ध्वनिलहरीसमान विद्युतदाब लहरी निर्माण होतात.

बायमॉर्फ सेल



आकृती ३-१४

मायक्रोफोनमध्ये वापरलेल्या साऊंड सेल्सपैकी काहींची जोडणी एकमेकींशी एकसरी (Series) पद्धतीने तर इतर काहींची जोडणी समान्तर (Parallel) पद्धतीने केलेली असते. साऊंड सेल्स सुरक्षित राहाव्यात म्हणून त्यावर पातळ व लवचिक पदार्थाचे आच्छादन वसविलेले असते. साऊंड सेल्स पद्धतीच्या मायक्रोफोनमध्ये वर वर्णन केलेल्या डायफ्रॅम पद्धतीच्या मायक्रोफोनप्रमाणे पातळ पडदा (Diaphragm) वापरलेला नसल्याने ह्या मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरीना मिळणारा प्रतिसाद अधिक चांगल्या दर्जाचा असतो. कारण साऊंड सेल्ससाठी वापरलेले क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ पातळ पडद्यापेक्षा अधिक संवेदनशील असतात.

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनमध्ये क्रिस्टलच्या पट्ट्यांची जोडी (Bimorph) वापरलेली असल्याने अशा स्फटिक पदार्थांमधून डी. सी. प्रवाह (एकाच दिशेने वाहणारा प्रवाह) वाहू शकत नाही. साहजिकच क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) बरेच जास्त म्हणजे एक मेगोहम किंवा त्याही पेक्षा अधिक असते. जरोखर म्हणजे क्रिस्टल बायमॉर्फ तत्त्वतः एखाद्या कॅपेसिटरप्रमाणे कार्य करीत असल्याने क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे संरोधन वस्तुतः कॅपेसिटरमध्ये ए. सी. विद्युतप्रवाहाला मिळणाऱ्या धारणात्मक अवरोधासमान (Capacitive Reactance) असते. क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करताना ॲम्प्लिफायरच्या पूर्वविभाग मंडलाचे संरोधन (Input impedance) १ मेगोहम किंवा जास्त प्रमाणात असणे आवश्यक असते. नाही तर मायक्रोफोनमध्ये मंदस्वरलहरींची (Bass Notes) बरीच कपात होते.

क्रिस्टल मायक्रोफोनची संवेदनशीलता मात्र खूपच चांगली असते. मायक्रोफोनपासून $\frac{1}{2}$ ते $1\frac{1}{2}$ फूट अंतरावरून संभाषण केल्यास मायक्रोफोनमध्ये सुमारे १० मिलिव्होल्ट दाबाच्या विद्युतलहरी निर्माण होतात. त्यामुळे क्रिस्टल मायक्रोफोन वापरलेला असल्यास कमी प्रवर्धनाचा ॲम्प्लिफायर विभाग वापरणे शक्य असते.

सर्वसामान्य बनावटीच्या क्रिस्टल मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरींच्या दर सेकंदास सुमारे ४० ते ६००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यांतील लहरींना प्रतिसाद मिळतो, परंतु तो तितकासा समसमान (Uniform) नसतो. त्यामुळे ध्वनि प्रतिपुष्टीची (Acoustic feedback) समस्या निर्माण होत असेल तर ह्या मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट नसते. क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनच्या प्रकारात सामान्यतः बहुदिश (Omni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोन्सचे उत्पादन केले जाते.

रोशेल सॉल्टचा वापर केलेल्या क्रिस्टल मायक्रोफोन्सची एक मोठी उणीव म्हणजे हवेतील आर्द्रतेचा (Humidity) व तपमानाचा (Temperature) त्यावर अनिष्ट परिणाम होण्याची शक्यता असते. वातावरणाचे तपमान ११०° फॅरेनहॉट (४३° सेंटीग्रेड) पेक्षा जास्त असल्यास मायक्रोफोनच्या कार्यात बरीच अस्थिरता निर्माण होण्याची शक्यता असते. हवेतील आर्द्रतेमुळे मायक्रोफोनची कार्यमची खराबी होण्याचा संभव असतो. रोशेल सॉल्ट ऐवजी हल्ली सिरॅमिक क्रिस्टल वापरले जातात. सिरॅमिक पदार्थावर हवेच्या तपमानाचा किंवा आर्द्रतेचा परिणाम होत नाही. त्यामुळे सिरॅमिक मायक्रोफोन्स रोशेल सॉल्ट क्रिस्टल मायक्रोफोन्सपेक्षा अधिक पसंत केले जातात.

मायक्रोफोन्सच्या उत्पादनातील प्रगती

जेव्हा कित्येक वर्षांत मायक्रोफोन्सच्या उत्पादनात इतकी प्रचंड प्रगती झाली आहे की, मायक्रोफोन्स खरेदी करताना ग्राहकास आपली निवड करण्यासाठी आज भरपूर वाव आहे. दिशाबाही ध्वनिग्रहण पावतेच्या दृष्टीने एकदिश, द्विदिश व बहुदिश मायक्रोफोन्स, योग्य जागी टांगून ठेवण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर असे मायक्रोफोन्स, नाटकासाठी स्टेजवर फुटलाईटपाशी ठेवता येण्याजोगे, बोलते वेळी हातात धरता येतील अशा लहान व मुटमुटीत आकाराचे, कोटाच्या कॉलरवर बसविण्याइतके छंदे, मानेभोवती गळ्यास टांगून ठेवता येतील असे [ह्या मायक्रोफोन्सना "लवेलियर मायक्रोफोन्स" (Lavalier Microphones) म्हणतात] निरनिराळ्या सजावटीचे, निरनिराळ्या रंगाचे मायक्रोफोन्स आज बाजारात उपलब्ध आहेत. आकृती ३-१५ व आकृती ३-१६ मध्ये अशा निरनिराळ्या प्रकारांची काही निवडक चित्रे दिली आहेत.



अ



आ



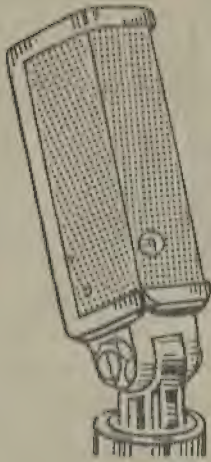
इ

आकृती ३-१५

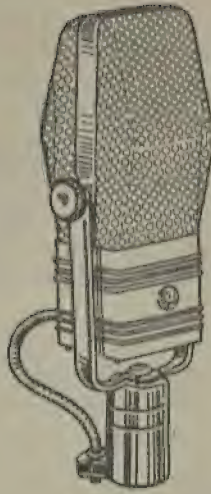
मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन
(एकदिश)

नाटकाच्या स्टेजवर फुटलाईट
जवळ ठेवण्याजोगा मुव्हिंग कॉईल
मायक्रोफोन (एकदिश)

हातात धरण्याजोगा मुटमुटीत
लहान आकाराचा मुव्हिंग
कॉईल मायक्रोफोन (एकदिश)



अ



ब



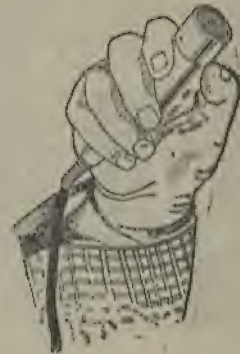
क

रिबन मायक्रोफोनचे प्रकार (द्विदिश)



द

क्रिस्टल मायक्रोफोन (बहुदिश)



ए

हातात धरण्याजोगा क्रिस्टल
मायक्रोफोन (बहुदिश)

आकृती ३-१५

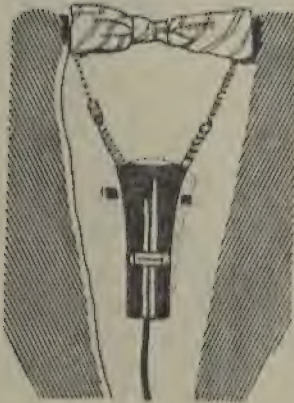


अ

आकृती ३-१५

ब

उंचावर टांगता येण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर मायक्रोफोन

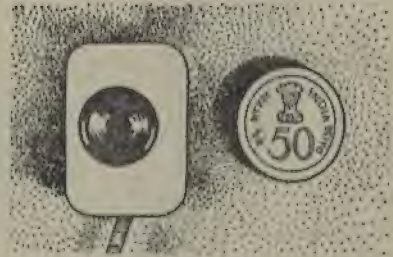


अ

आकृती ३-१६

आ

गळधाभोवती टांगता येण्याजोगा
"लव्हेलियर" मायक्रोफोन.



कोटाच्या कॉलरवर बसविण्याजोगा नाण्याच्या
आकाराइतका छोटा मायक्रोफोन.

रेडिओ मायक्रोफोन (Radio Microphone).

मायक्रोफोन्सचे बाबतीत एक अत्याधुनिक प्रगती म्हणजे "रेडिओ मायक्रोफोन". रेडिओ मायक्रोफोनसमवेत एक छोटा रेडिओ ट्रॅन्समिटर व रेडिओ रिसीव्हरही पुरविला जातो. मायक्रोफोनने झललेल्या ध्वनिलहरी रेडिओ ट्रॅन्समिटरतर्फे रेडिओ लहरींच्या स्वरूपात प्रक्षेपित केल्या जातात. ह्या रेडिओ लहरी रेडिओ रिसीव्हरमध्ये ग्रहण केल्या जातात व त्यांचे श्राव्य विद्युतलहरीत रूपांतर केल्यानंतर त्यांची अधिक प्रवर्धनासाठी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेतील अॅम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यात येते. रेडिओ मायक्रोफोनसाठी जास्त लांबीच्या मायक्रोफोन केबल्सची गरज नसते. मायक्रोफोनची जोडणी छोट्या रेडिओ ट्रॅन्समिटरशी केलेली असते व हा छोटा रेडिओ ट्रॅन्समिटर कोटाच्या विभागात सहज ठेवता येतो. त्यामुळे रेडिओ मायक्रोफोन वापरणाऱ्या व्यक्तीस सभागृहातील व्यासपीठावर अनिर्बंधपणे हिडण्याफिरण्याची सुभा राहते.

मायक्रोफोन्स वापरताना पाळाय्याचे काही नियम व संकेत.—(१) आधुनिक मायक्रोफोन हे एक अत्यंत काटेकोर बनावटीचे व निर्देशित मूल्याबरहुकूम बनविलेले भारी किमतीचे उपकरण असल्याने त्याचा वापर करताना बरीच दक्षता घेणे आवश्यक असते व त्याची नीट काळजी व निगा राखणे महत्त्वाचे असते.

(२) मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरीचा दाब मायक्रोफोन आणि मायक्रोफोनपुढे बोलणारी व्यक्ती ह्या दोहोंमधील अंतराच्या वर्गावर (Square of the distance) अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, संभाषण करणारी व्यक्ती जर मायक्रोफोनपासून २ फूट अंतरावर असेल तर मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणारा विद्युत लहरीचा दाब ती व्यक्ती मायक्रोफोनपासून १ फूट अंतरावरून संभाषण करताना जेवढा असेल त्याच्या $\frac{1}{4}$ प्रमाणात असतो. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनपुढे संभाषण करताना काही किमान अंतर ठेवून बोलणे आवश्यक असते. सर्वसामान्यपणे मुन्डिंग कॉईल व क्रिस्टल मायक्रोफोनपुढे बोलताना सुमारे ८ ते ९ इंच अंतर ठेवले पाहिजे. रिबन मायक्रोफोनपुढे बोलताना मात्र किमीत किमी १ फूट तरी अंतर ठेवणे आवश्यक असते.

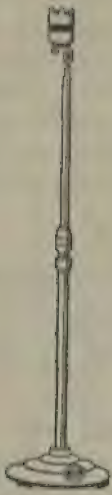
(३) मायक्रोफोनची उभारणी करताना मायक्रोफोनपुढे बोलणाऱ्या व्यक्तीचा चेहरा श्रोत्यांपासून झाकला जाणार नाही अशा तऱ्हेने मायक्रोफोनची स्थापना केली पाहिजे. अर्थात हा संकेत पाळताना व्यवहारात बरीच कल्पकता वापरावी लागते व कित्येकदा यशस्वी तडजोड घडवून आणावी लागते.

(४) मायक्रोफोनची जेव्हा स्टॅण्डवर उभारणी केलेली असते तेव्हा मायक्रोफोन स्टॅण्डची स्टॅण्डवर विनाकारण हलवाहलव करणे इष्ट नसते, नाहीतर त्यामुळे अनावश्यक खडबडट निर्माण होण्याचा संभव असतो.

(५) मायक्रोफोन चालू आहे किवा नाही हे पाहण्यासाठी मायक्रोफोनपुढे फुंकर मारणे किवा बोटांनी मायक्रोफोनवर टिकव्या मारणे इष्ट नसते. उत्तम मार्ग म्हणजे मायक्रोफोन पुढे हाताने चुटकी मारून ती ऐकू येते की नाही हे पाहणे. जाणकार व्यक्ति व तंत्रज्ञ ह्याच शास्त्रीय मार्गांचा अवलंब करतात.

मायक्रोफोनच्या उभारणीसाठी वापरले जाणारे विविध प्रकारचे स्टॅण्ड.—ध्वनिवर्धन आणि वितरण तंत्रज्ञाने मायक्रोफोन्सची उभारणी करण्यासाठी निरनिराळ्या प्रकारचे स्टॅण्ड, उदाहरणार्थ, जमिनीवर उभे करावयाचे, टेबलावर ठेवण्याचे इत्यादी प्रकारचे स्टॅण्ड्स संग्रही ठेवले पाहिजेत,

म्हणजे प्रसंगानुरूप योग्य स्टॅण्डची निवड करून त्यांचा उपयोग करता येईल. आकृती ३-१७ मध्ये विविध प्रकारच्या बशा मायक्रोफोन स्टॅण्ड्सची चित्रे दर्शविली आहेत.



अ



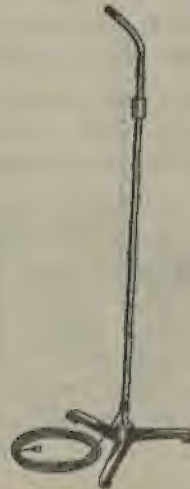
आ



इ



ई



उ

आकृती ३-१७

मायक्रोफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या स्टॅंडचे जरी विविध प्रकार असले तरी त्या सर्वामध्ये कित्येक बाबतीत बरेच साम्य आढळते. जमिनीवर उभारणी करण्याच्या स्टॅंडमध्ये (Floor stands)



आकृती ३-१८

बाजूवर एक रिंग वापरली जाते व ही रिंग फिरवून आत बाहेर निघणारा गज रिंगच्या साहाय्याने घट्ट करता येतो.

स्टॅंडसाठी जड बैठक, एकात एक आत बाहेर काढता येतील असे दोन-तीन गज व बरील बाजूच्या गजाच्या टोकावर मायक्रोफोन पक्का बसविण्याची सोय केलेली आढळते. स्टॅंडची बैठक मागील पाताबरील आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे गोल तबकडोसारखी किंवा पर्यायी तिपाईंसारखी असते. तिचा आकार कोणताही असो स्टॅंडची बैठक जड व रूंद आकाराची असणे मात्र अत्यावश्यक असते, नाही तर स्टॅंडला जरा देखील धक्का लागला तरी तो कोलमडून पडण्याचा संभव असतो व त्यामुळे मायक्रोफोनची नुकसानी होण्याची शक्यता असते. तिपाईं बैठकीच्या एका रचनेत तिच्या पायांची घडी करणे शक्य असते. त्यामुळे असा स्टॅंड वजनाने हलका व आणण्यानेण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर असतो. परंतु बैठकीचे तीन पाय फाकवून स्टॅंड स्थिर बसविण्यासाठी जास्त जागा व्यापली जाते (आकृती ३-१८ पहा).

मायक्रोफोनच्या सर्वसामान्य रचनेत स्टॅंडचे गज एकमेकात आत बाहेर काढण्याची सोय असल्याने स्टॅंडची उंची पाहिजे तशी कमी अधिक करणे शक्य असते. गज आत बाहेर काढल्यानंतर ते स्थिर व पक्के बसविण्यासाठी निरविराळ्या पद्धती वापरल्या जातात. जुन्या पद्धतीत ह्यासाठी गजावर स्क्रू बसविलेले असत. हे स्क्रू घट्ट करून गज स्थिर करता येत असत. परंतु हल्ली गजाच्याबरील मायक्रोफोन गजाबरील आटघांमध्ये फिरवून स्थिर बसविता येतो.



आकृती ३-१९

वक्त्यास मायक्रोफोन स्टॅंडपासून दूर उभे राहून बोलता तर यावेच परंतु मायक्रोफोन मात्र वक्त्यापासून कमी अधिक अंतरावर पाहिजे तसा सरकविता याचा ह्यासाठी स्टॅंडच्या बरील गजावर आकृती ३-१९ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे ह्याच्या मानेच्या आकाराचा (Swan neck or Goose neck) व स्प्रिंगप्रमाणे लवचिक असलेला गज बसविण्याची सोय करता येते. हा लवचिक गज पाहिजे तसा वाकविता येत असल्याने स्टॅंड लांब अंतरावर ठेवूनही मायक्रोफोन मात्र वक्त्यापासून पाहिजे त्या योग्य अंतरावर सरकविता येतो.

दूर अंतरावर स्टॅंड टेबल फक्त मायक्रोफोन बक्त्याजवळ पुढे-मागे सरकविण्यासाठी आकृती ३-१७ आ आणि ई मध्ये दर्शविलेला "बूम स्टॅंड" (Boom stand) उपयुक्त असतो. अशा स्टॅंडवर दोन फुट किंवा अधिक लांबीचा एक गज आडवा बसविलेला असतो व त्या गजाच्या एका टोकावर मायक्रोफोन बसविलेला असतो. हा आडवा गज बक्त्याजवळ पुढे मागे सरकवून पाहिजे त्या स्थितीत धट्ट बसविण्याची सोय असते.



आकृती ३-२०

आकृती ३-२० मध्ये मायक्रोफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या "टेबल स्टॅंड" चा एक प्रकार दर्शविला आहे. मायक्रोफोनच्या टेबल स्टॅंडचे विविध प्रकार आज बाजारात उपलब्ध आहेत.

□ □ □

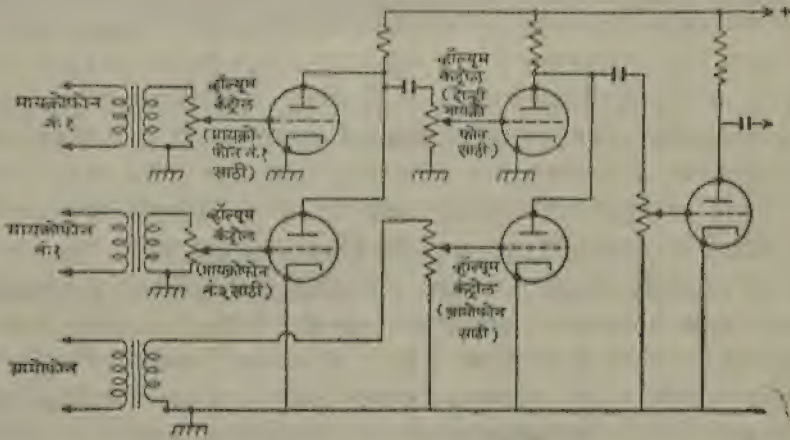
प्रकरण ४

मायक्रोफोन मिक्सर ॲम्प्लिफायर विभाग

पुर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे मायक्रोफोन मिक्सर विभाग सर्वसामान्य ध्वनिग्रहण व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागाचाच एक पोट विभाग असल्याने मायक्रोफोन मिक्सर आणि ॲम्प्लिफायर विभागांचे तांत्रिक विवेचन प्रस्तुत प्रकरणातच करण्याचे योजिले आहे.

मायक्रोफोन मिक्सर विभाग मंडळ योजना

आकृती ४-१ मध्ये विविध जोडणीची सोय असलेल्या मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचा (Three Channel Mixer) मंडळ नकाशा दर्शविला आहे. ह्या विभागात मिक्सर विभागाशी



आकृती ४-१

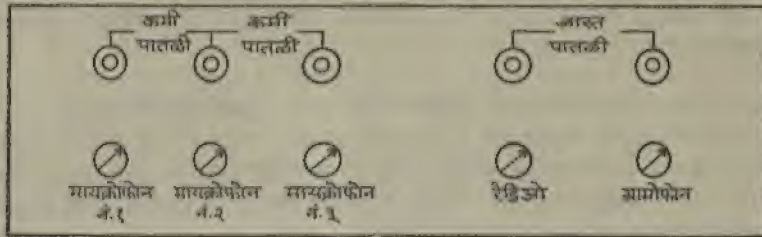
दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन मिळून एकूण तीन विश्व जोडणी करण्याची सोय केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. प्रत्येक जोडणीसाठी एक स्वतंत्र व योग्य जुळवणीचा ट्रान्सफॉर्मर (Matching transformer) वापरलेला असून वैयक्तिक जोडणीचा आवाज कमी अधिक करण्यासाठी स्वतंत्र वॉल्यूम कंट्रोलची सोय केलेली आहे. प्रत्येक जोडणीशी संबंधित केलेल्या विद्युत लहरींचे पूर्वप्रवर्धन विभागात (pre-amplifier stage) प्रवर्धन घडवून आणल्यानंतर प्रवर्धित लहरींची मुख्य ॲम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी होते.

ह्या पुस्तकाच्या शेवटी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या व्हॉल्यू व ट्रॅन्झिस्टर ऑम्प्लिफायर्सचे मंडळ नकाशे नमुन्यादाखल दिले आहेत. ह्या मंडळ नकाशांमध्ये मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या अधिक प्रगत व अधिक प्रचलित योजना दर्शविल्या आहेत. ह्या मिक्सर योजनांमध्ये दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन मिळून एकूण तीन जोडणीची सोय केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. व्हॉल्यू ऑम्प्लिफायर्समध्ये मात्र दोनपेक्षा अधिक मायक्रोफोन्स जोडण्याची सोय केलेली आहे. परंतु ह्या मंडळ योजनांमध्ये एक महत्वाचा फरक म्हणजे मिक्सर विभागाशी जोडणी केलेल्या प्रत्येक मायक्रोफोनच्या विद्युत लहरीचे प्रवर्धन पूर्वप्रवर्धन विभागात (pre-amplifier stage) प्रारंभीच घडवून आणले जाते व त्यानंतर प्रत्येक जोडणीसाठी वापरलेल्या व्हॉल्यूम कंट्रोलतर्फे ह्या विद्युत लहरी पाहिजे तशा कमी अधिक जोरदार करून नंतरच त्यांची मुख्य ऑम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी केली जाते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापर करण्याच्या दृष्टीने वर वर्णन केलेल्या योजनांपेक्षा आकृती ४-१ मध्ये दर्शविलेली मायक्रोफोन मिक्सर योजना तितकीशी समाधानकारक समजली जात नाही. ह्याचे कारण म्हणजे मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोनची जोडणी प्रथम व्हॉल्यूम कंट्रोलशी केलेली असल्याने व्हॉल्यूम कंट्रोलमध्येच विद्युत लहरींची बरीच घट होऊन पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होण्यापूर्वीच त्या कमजोर होतात. उदाहरणार्थ, विवक्षित जोडणीतील व्हॉल्यूम कंट्रोलची मध्यभागी गुळवणी केलेली असेल तर विद्युत लहरीची जवळ जवळ ५० टक्के घट होऊन नंतर त्यांची पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होते. खरोखर म्हणजे मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी संबंधित केलेल्या विद्युत लहरींचे प्रवर्धन मायक्रोफोन मिक्सर विभागात अगदी प्रारंभीच होणे अत्यावश्यक असते. ह्याचे तांत्रिक कारण म्हणजे प्रत्येक ऑम्प्लिफायर विभागात प्रत्यक्ष व्हॉल्यूच्या अंतर्गत भागातच नैसर्गिक असा खरखराट (Noise) उत्पन्न होत असतो आणि नंतरच्या प्रत्येक व्हॉल्यू ऑम्प्लिफायरतर्फे खरखराटाच्या लहरींचे अधिकाधिक प्रवर्धन होत जाते. मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी संबंधित केलेल्या कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची (Signal) व प्रत्यक्ष व्हॉल्यूमध्ये निर्माण होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरींची (Noise) अन्योन्य पातळी कोणत्या प्रमाणात (Signal-to-noise ratio) असावी हा एक फार महत्वाचा तांत्रिक विचार असतो. ऑम्प्लिफायर विभागात निर्माण होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरींचे प्रमाण कार्यक्रमाच्या लहरींपेक्षा तुलनात्मक दृष्ट्या शक्य तितके कमी असणे इष्ट असते. नाही तर कार्यक्रमापेक्षा खरखराटाचेच प्राबल्य वाढते. त्यादृष्टीने कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची पातळी जितकी जास्त (अर्थात विशिष्ट मर्यादित) तितकी ती आवश्यक असते. त्यादृष्टीने विचार केल्यास आकृती ४-१ मध्ये दर्शविलेल्या मंडळात पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होण्यापूर्वी व्हॉल्यूम कंट्रोलमध्ये होणारी कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची घट अनाटायीच म्हणावी लागेल. ह्या उलट, पुस्तकाच्या शेवटी दिलेल्या व वर उल्लेख केलेल्या मंडळ नकाशांमध्ये दर्शविलेल्या योजनेत व्हॉल्यूम कंट्रोलपूर्वीच कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींचे आवश्यक प्रवर्धन घडविणारा पूर्वप्रवर्धन विभाग (Pre-amplifier stage) मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या प्रारंभीच समाविष्ट केलेला असल्याने ही योजना तांत्रिक दृष्ट्या अधिक समाधानकारक मानली जाते.

मायक्रोफोन मिक्सर विभागातील नियंत्रक बटणे (Control knobs) आणि सॉकेट्स

आकृती ४-२ मध्ये मायक्रोफोन मिक्सरच्या दर्शनी भागाचे चित्र दिले आहे. मायक्रोफोन मिक्सरचा आकार काहीसा बैठक व लांबट असतो व नियंत्रक बटणे (Control knobs) एक रांगेत



आकृती ४-२

बसविलेली असतात. ह्या बटनांवर मायक्रोफोन नं. १, मायक्रोफोन नं. २, मायक्रोफोन नं. ३ वगैरे सारखी निर्देशक अक्षरे स्पष्ट दिसविलेली असणे इष्ट असते. अशी सोय असली म्हणजे कोणत्या विशिष्ट मायक्रोफोनचे बटन फिरविले आहे हे तात्काळ समजू शकते. ह्या बटनांवर एक दर्शक-काटाही असणे आवश्यक असते. अशा काटाच्या साहाय्याने बटन किती प्रमाणात फिरविले आहे हे बटन समजू शकते.

मायक्रोफोन व ग्रामोफोन वगैरे उपकरणांची मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सॉकेट्स कित्येकदा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या मागील बाजूवर बसविलेल्या असतात व ह्या सॉकेटमध्ये प्लग बसवून आवश्यक त्या उपकरणांची जोडणी केली जाते. प्लगची चुकून अनावश्यक हालचाल होऊन तो सॉकेटसमूह निघून येऊ नये म्हणून सॉकेट्स पुष्कळांदा मायक्रोफोन मिक्सरच्या मुद्दामच मागील बाजूवर बसविलेल्या असतात.

मायक्रोफोन मिक्सरशी उपकरणांची जोडणी करण्याच्या सोयी-तांत्रिक तपशील

मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी मायक्रोफोन्स, ग्रामोफोन, टेपरेकॉर्डर इत्यादि इतर उपकरणांची जोडणी करण्याचे बाबतीत कोणत्या व किती सोयी उपलब्ध आहेत ह्या विषयीचा विचार फार महत्वाचा असतो.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे सर्वसामान्य ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेत कमीत कमी दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन जोडण्यासाठी मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये निदान तीन सॉकेट्सची सोय असणे अत्यावश्यक असते. परंतु ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेचा व्यापक जसजसा वाढू लागतो तसतशी तीनपेक्षा अधिक जोडणीसाठी जास्त सॉकेट्सची गरज भासू लागते. मिक्सर विभागात सहा जोडणीच्या (Six channels) सॉकेट्सची सोय असेल तर ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेची पुष्कळशी कार्ये सुरळीतपणे पार पाडता येतात.

विशिष्ट मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी निरनिराळे किती मायक्रोफोन्स व इतर साधने जोडता येतील व त्यांमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत्प्रवाहाची पातळी किती असावी, त्यांचे संरोधन (Impedance) किती असावे ह्या विषयीचा तांत्रिक तपशील फार महत्वाचा असतो. मायक्रोफोन मिक्सर उत्पादकांच्या तांत्रिक साहित्यात दिल्या जाणाऱ्या अशा तपशीलाचा एक मासला पुढे दिला आहे.

“तीन मायक्रोफोन्स ४० मिलीव्होल्ट, जास्त संरोधनाचे (High Impedance); ग्रामोफोन ७० मिलीव्होल्ट, जास्त संरोधनाचा पिकअप; जास्त संरोधनाच्या (High Impedance) इतर साधनांची जोडणी २०० मिलीव्होल्ट.”

सर्बसामान्यपणे रेडिओ, ग्रामोफोन व टेपरेकॉर्डरची जोडणी करण्यासाठी जास्त संरोधनाच्या सर्किटची सोय उपलब्ध केलेली असते व ह्या साधनांमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत्लहरींची पातळीही मायक्रोफोन्सपेक्षा बरीच जास्त असते.

व्हॉल्यूमचा वापर केलेल्या मायक्रोफोन्स मिक्सर विभागाच्या जोडणी मंडलाचे संरोधन सामान्यतः जास्त असते. अशा मिक्सर विभागाशी जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन सर्किटफॉर्म क्रिस्टल मायक्रोफोनची सरळ जोडणी करता येते. मुझिंग कॉर्डल किंवा रिबन मायक्रोफोन्सची जोडणी करताना त्यांचे संरोधन योग्य प्रमाणात बाबतविण्यासाठी जे जुळेसे (Matching) ट्रॅन्सफॉर्मर्स मायक्रोफोन समवेत पुरविले जातात त्यांचा वापर करावा लागतो.

ट्रॅन्सिस्टरांचा वापर केलेल्या मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये जोडणी मंडलाचे संरोधन सामान्यतः कमी किंवा मध्यम प्रतीचे (low or medium) असते. अशा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचे बाबतीत संरोधनाची जुळवणी तितकीशी महत्त्वाची नसते. जास्त संरोधनाचे मायक्रोफोन्स अशा मिक्सर विभागाच्या कमी किंवा मध्यम प्रतीच्या संरोधनाच्या सर्किटशी जोडले तरी उत्तम कार्य करतात. क्रिस्टल मायक्रोफोन अशा ट्रॅन्सिस्टर मिक्सर विभागाशी जोडल्यास मात्र त्याचे कार्य समाधानकारकपणे होत नाही. कारण मिक्सर विभागाच्या त्यामानाने बऱ्याच कमी संरोधनामुळे मंदस्वर लहरींची (Bass Notes) कमालीची कपात झाल्याचे आढळून येते.

ट्रॅन्सिस्टर मिक्सर विभागाशी कमी किंवा मध्यम संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्यासाठी जुळेसे ट्रॅन्सफॉर्मर्स वापरणे अत्यावश्यक असते.

मायक्रोफोन्स व इतर उपकरणांची मिक्सर विभागाशी जोडणी करताना परस्परांच्या संरोधनांच्या जुळवणीचा (Impedance matching) प्रश्न महत्त्वाचा असतो. ह्या विषयीचे अधिक तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केलेले आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स रेडिओतील ॲम्प्लिफायर्स सारकेच असतात. परंतु मुख्य फरक म्हणजे अशा ॲम्प्लिफायर्समध्ये प्रवर्धित केल्या जाणाऱ्या ध्वनिलहरींची पातळी (Volume level) अधिक जास्त व स्वरधर्म नियंत्रण (Tone Control) अधिक उच्च दर्जाचे असते. दुसरा फरक म्हणजे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागासमवेत मायक्रोफोन्स, ग्रामोफोन पिकअप, टेपरेकॉर्डर, रेडिओ ट्युनर आदि उपकरणांची व साधनांची जोडणी केली जात असल्याने रेडिओ ॲम्प्लिफायरपेक्षा हे ॲम्प्लिफायर्स काहीसे आगळे असतात. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स दणकट बनावटीचे, विश्वसनीय कार्य देणारे आणि दर्जेदार उत्पादकांनी बनविलेले असणे आवश्यक असते. परंतु ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी ज्यांना “हाय फायडेलिटी” ॲम्प्लिफायर्स म्हणतात अशा उच्च दर्जाच्या ॲम्प्लिफायर्सची मात्र गरज नसते.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ह्या पुस्तकाच्या शेवटी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या व्हॉल्यूम व ट्रेन्सिस्टॉरचा वापर केलेल्या ॲम्प्लिफायर्सचे संपूर्ण मंडल नकाशे (Circuit diagrams) नमुन्यादाखल जोडले आहेत. ध्वनि तंत्रज्ञाने त्यांचा लक्षपूर्वक अभ्यास करावा.

ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापर करण्याच्या दृष्टीने बाजारात ५ वॅटपासून १०० वॅटपर्यंत विद्युतबल हाताळणारे ॲम्प्लिफायर्स उपलब्ध आहेत. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ४० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो. ध्वनिलहरीचे जास्तीत जास्त प्रमाणात प्रवर्धन होताना ध्वनि पुनरुत्पत्तीत विवक्षित मर्यादपेक्षा जास्त विकृती (Distortion) निर्माण होणे दृष्ट नसते. विकृतिची अशी विवक्षित मर्यादा (सामान्यतः विकृती ५ टक्क्यांपेक्षा जास्त नसावी) सांभाळून ॲम्प्लिफायर विभागात ध्वनिलहरीचे जास्तीत जास्त किती प्रवर्धन शक्य होईल त्यावरून ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल निर्देशित केले जाते. ह्या निर्देशित विद्युतबलपेक्षा जास्त विद्युतबल हाताळण्याचा प्रसंग आला तर ॲम्प्लिफायरमधून होणाऱ्या ध्वनिपुनरुत्पत्तीच्या विकृतिचे प्रमाण वाढते.

ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिपटलावरील निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या लहरींना मिळणाऱ्या प्रतिसादाचा निर्देश कधीकधी केला जातो. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत "ह्या फायडेलिटी ॲम्प्लिफायर्स" प्रमाणे ध्वनिपटलावरील एकूण संपूर्ण विस्तृत टप्प्यांतील लहरींना प्रतिसाद मिळणे आवश्यक नसते. किंबहुना कित्येक तज्ज्ञांच्या मते तर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिकंप्रता प्रतिसादात काही संकुचितपणा किंवा काहीशी कपात असणे दृष्ट असते. ह्याचे कारण म्हणजे अतिदूत कंपनसंख्येच्या किंवा अति नीच कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींच्या पुनरुत्पत्तीमुळे आवाजाच्या वास्तवतेत किंवा नैसर्गिकपणामध्ये विशेष फरक पडत नाही. किंबहुना ध्वनिपटलावरील दोन्ही अतिरेकी वाजूंवरील ध्वनिलहरींची कपात करण्यात फायदाच असतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट स्थळाच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांप्रमाणे (Acoustics) किंवा अशा स्थळी वापरलेल्या विशिष्ट प्रकारच्या मायक्रोफोनच्या विशिष्ट गुणविशेषानुसार मंद्रस्वर लहरींच्या (Bass Notes) पुनरुत्पत्तीने आवाजात कमालीची घरघर (Rumble) निर्माण होण्याची किंवा उच्च स्वर लहरींच्या (Treble Notes) पुनरुत्पत्तीमुळे आवाजात प्रचंड प्रमाणात खरखर (Hiss) निर्माण होण्याची शक्यता असते, अशा प्रकारची अनावश्यक घरघर (Rumble) व खरखर (Hiss) कमी करण्यासाठी टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने उच्च व मंद्रस्वर लहरींची कपात करावीच लागते आणि त्या दृष्टीने ॲम्प्लिफायरमध्ये विस्तृत टप्प्यांतील ध्वनिलहरींना जरी प्रतिसाद मिळू शकत असला तरी असा विस्तृत ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद अंतिमतः एक प्रकारे निरुपयोगीच ठरतो. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिपटलावरील दर सेकंदास ५० ते ७००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यांतील लहरींना जर समसमान व यथोचित प्रतिसाद मिळत असेल तर तो पुरेसा असतो असे म्हणावयास हरकत नाही.

टोन कंट्रोलची सोय

बरील विवेचनाच्या संदर्भात टोन कंट्रोलची सोय किती महत्वाची असते ह्याविषयी ध्वनि तंत्रज्ञास चांगली कल्पना आलेली असेल. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायरमध्ये

“ वास ” व “ ट्रिबल ” कंट्रोल अशा दोन वेगळ्या टोन कंट्रोलची सोय अपलब्ध असणे आवश्यक असते.

एक सामान्य तत्त्व ह्या दृष्टीने असे म्हणावायस हरकत नाही की, संभाषणाच्या आवाजातील स्वच्छपणा व सुस्पष्टता आवाजातील उच्चस्वर लहरीच्या (Treble) प्रमाणावर अवलंबून असते आणि त्या दृष्टीने मंदस्वर (Bass) लहरीची वास कंट्रोलच्या साहाय्याने योग्य व कुशलतेने कपात केली तर व्यक्तीच्या आवाजाच्या स्पष्टपणामध्ये कमाळीची सुधारणा घडवून आणता येते.

टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने भिन्न व्यक्तीच्या आवाजात व्यक्तीभूत सुधारणा घडवून आणणेही शक्य असते. काही व्यक्तींचा आवाज अतिशय कर्कश तर ह्या उलट काही व्यक्तींचा आवाज अतिशय घोगरा असतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत आवाजातील हे फरक अधिकच तीव्रतेने भासतात. त्यादृष्टीने टोन कंट्रोलचा वापर करून व्यक्तिगत आवाजात योग्य सुधारणा घडवून आणता येते. टोन कंट्रोलचा वापर करतांना मात्र एक गोष्ट ध्यानात ठेवली पाहिजे आणि ती म्हणजे व्यक्तीच्या आवाजात जो जिथंतपणा असतो तो प्रामुख्याने उच्च स्वर लहरीवर (Treble) अवलंबून असल्यामुळे उच्च स्वर लहरीची वाजवीपेक्षा जास्त कपात केली तर आवाज निर्जीव असल्यासारखा वाटेल, त्याचप्रमाणे मंद स्वर लहरीची (Bass) जास्त कपात केली तरी देखील ती अनिष्ट असते. मंद स्वर लहरीची वाजवीपेक्षा जास्त कपात केल्यास आवाज पुळचट आणि प्रत्यक्षात आहे त्यापेक्षा कर्कश वाटण्याचा संभव असतो.

व्यक्तिगत आवाजातील दोषांप्रमाणेच, मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रत प्रतिसादांतील उणीवांमुळे (उदाहरणार्थ, रिवन मायक्रोफोनचा आवाज सामान्यतः घोगरा तर मुब्लिग कॉर्डल मायक्रोफोनचा आवाज काहीसा कर्कश वाटतो) किंवा सभागृहाच्या विशिष्ट ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांमुळे ज्या समस्या निर्माण होतात त्यामध्येही टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने सुधारणा घडवून आणता येतात.

अॅम्प्लिफायरमधील गुणगुण आवाजाची (Hum) व खरखर आवाजाची (Noise) पातळी

पूर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे सर्वसामान्य अॅम्प्लिफायर विभागामध्ये विद्युतलहरीचे सुमारे दशलक्ष पटीने प्रवर्धन होत असल्याने अॅम्प्लिफायरच्या पूर्वप्रवर्धन विभागामध्ये अतिसूक्ष्म प्रमाणात देखील गुणगुण आवाज (Hum) किंवा खरखर आवाज (Noise) निर्माण झाला तरी त्याचे प्रचंड प्रमाणात प्रवर्धन होते. त्यादृष्टीने अॅम्प्लिफायरच्या पूर्व विभागातील विद्युत मंडळातील घटकभागांवर हे आवाज झेलले न जावेत ह्यासाठी संरक्षक आच्छादन (Shield) बसविणे आवश्यक असते. अॅम्प्लिफायर विभागात अनिच्छनीय गुणगुण आवाज व खरखर आवाज व्हाल्ल्हुमध्ये किंवा ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये उत्पन्न होण्याची अगर विक्षिप्त घटकभागाची जमीनीशी जोडणी (Earthing) व्यवस्थित न झाल्यामुळे निर्माण होण्याची शक्यता असते. अशा अनिच्छनीय आवाजांची पातळी कमीत कमी ठेवणे इट असल्यामुळे अॅम्प्लिफायर विभागाची मंडलरचना कौशल्याने करावी लागते. चांगल्या दर्जेदार बनावटीच्या अॅम्प्लिफायरसाठी जी जास्त किंमत द्यावी लागते त्याचे हेच कारण असते.

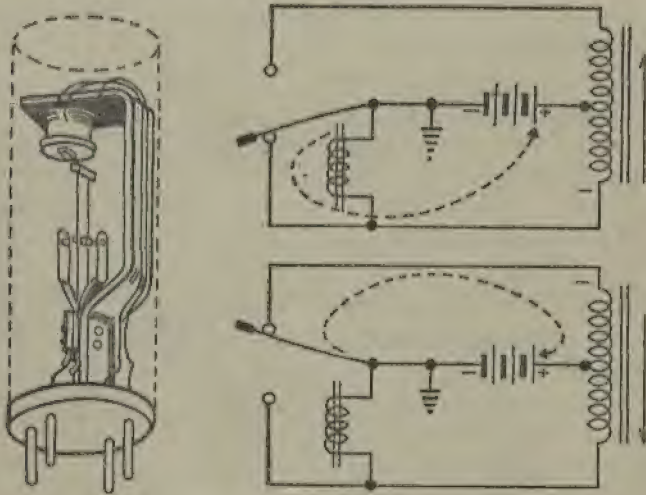
पुष्कळशा अॅम्प्लिफायरसंचे बाबतीत अॅम्प्लिफायर चासीसची जोडणी जमीनीशी केली (Earthing) की बरील प्रकारच्या अनिच्छनीय खरखराटांची पातळी कमी होऊन अॅम्प्लिफायरचे कार्य एकंदरीत बरेच स्थिर व शान्तपणे चालते असे आढळून येते. परंतु जमीनीशी जोडणी करणे सर्वच परिस्थितीत शक्य होत नसल्याने तज्ज्ञांच्या मते जमीनीशी जोडणी न करता देखील उपा अॅम्प्लिफायरचे कार्य खरखराटरहित व शान्तपणे चालते, तोच अॅम्प्लिफायर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कसोटीस

उत्तरत असल्यामुळे त्यांच्यामते ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेसाठी अशा कसोटीस उत्तरणाच्या उच्च दर्जाच्या अॅम्प्लिफायरचीच निवड करणे अत्यावश्यक असते.

अॅम्प्लिफायरसाठी विद्युतशक्ती पुरवठा (Power Supply)

सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या कार्यासाठी घरगुती इलेक्ट्रिक मेन्समधून सामान्यतः पुरविल्या जाणाऱ्या २३० व्होल्ट ए.सी. (५० सायकल्स) विद्युतदाबाचा वापर केला जातो. परंतु ज्या ठिकाणी असा इलेक्ट्रिक पुरवठा उपलब्ध नसतो (उदाहरणार्थ, खुल्या जागी) अशा जागी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची उभारणी करण्याचा प्रसंग येतो, तेव्हा बॅटरीचा उपयोग करावा लागतो. अशा परिस्थितीत अॅम्प्लिफायरमधील व्हॉल्व्ह फिलॅमेंटसाठी ६ व्होल्ट विद्युतदाबाचा पुरवठा करणारी बॅटरी वापरली जाते व व्हॉल्व्हच्या प्लेट व स्क्रीनग्रिडसाठी आवश्यक असलेल्या अधिक उच्च वी.सी. विद्युतदाबाच्या निर्मितीसाठी "व्हायब्रेटर" चा उपयोग केला जातो.

व्हायब्रेटर-रचना आणि कार्य.—व्हायब्रेटरचे कार्य इलेक्ट्रिक घट्टेच्या कार्याच्या तत्त्वावर आधारित असते. व्हायब्रेटरमध्ये विशिष्ट कालावधीत विवक्षित गतीने कंप पावू शकेल असा एक कंपकाटा (Vibrating reed) वापरलेला असतो व ह्या कंपकाटामुळे बॅटरीच्या विद्युत मंडलात विशिष्ट कालावधीत एक सारखा खंड पडून व प्रवाहाची दिशा बदलून विद्युतमंडलात ए.सी. विद्युतदाब निर्माण होईल अशी व्यवस्था केलेली असते. अशा व्हायब्रेटरचा वापर करून बॅटरीच्या ६ व्होल्ट वी.सी. विद्युतदाबाचे ६ व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर करता येते व नंतर ह्या विद्युतदाबाचे स्टेपअप ट्रॅन्सफॉर्मरच्या साहाय्याने २०० व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर करता येते. गेटल किया व्हॉल्व्ह रेक्टिफायरच्या साहाय्याने अशा उच्च ए.सी. विद्युतदाबाचे उच्च वी.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर नंतर करता येते. आकृति ४-३ मध्ये व्हायब्रेटरची अंतर्गत रचना केली असते हे दर्शविणारे चित्र व सोबत व्हायब्रेटरचे कार्य कसे होते हे दर्शविण्यासाठी व्हायब्रेटरचे दोन मंडळ नकाशे दिले आहेत.



आकृति ४-३

फिरत्या (Mobile) ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी हल्ली ट्रान्झिस्टर अॅम्प्लिफायर्सचा वापर प्रचलित झाला आहे. ५७ वॅट विद्युतबलाच्या ट्रान्झिस्टर अॅम्प्लिफायरचे कार्य १२ व्होल्ट विद्युतदाबाचा पुरवठा करणाऱ्या बॅटरीच्या साहाय्याने केले जाते व सर्वसामान्य परिस्थितीत सरासरी २ अॅम्पियर प्रवाहाचा वापर होतो.

पुष्कळशा फिरत्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांमध्ये इलेक्ट्रिक मेन्स किंवा बॅटरी ह्यांपैकी कोणत्याही एका विद्युत्पुरवठ्याचा वापर करता येईल अशी सोय असते. जेव्हा इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठा उपलब्ध असतो तेव्हा त्याचा वापर करता येतो. पर्यायी, बॅटरीचा उपयोग करता येतो. बहुतेक अॅम्प्लिफायर्समध्ये ह्यासाठी अॅम्प्लिफायरची जोडणी बॅटरीशी किंवा पर्यायी इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठ्याशी करण्याची खास सोय केलेली असते.

□ □ □

प्रकरण ५

लाऊडस्पीकर्स

अॅम्प्लिफायर विभागामध्ये प्रवाहित झालेल्या धाव्य विद्युतलहरींचे ध्वनिलहरीमध्ये रूपांतर करण्यासाठी लाऊडस्पीकर्सचा उपयोग केला जातो.

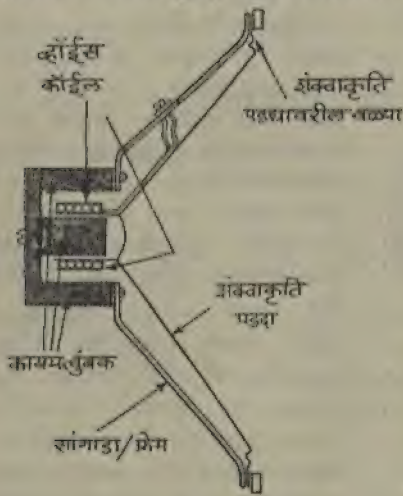
सतकाळात निरनिराळ्या प्रकारचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जात असत. हल्ली कायम चुंबकाचा वापर केलेले मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर्स ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत सर्वत्र प्रचलित आहेत.

मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकरच्या कार्यामागील तत्त्व

एखाद्या शक्तिमान कायम चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्रात एखादी कॉईल स्थापित केली व अशा कॉईलमधून चढउतार बिना बदल होणारा विद्युतप्रवाह वाहील अशी योजना केली तर कॉईलभोवती चलत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते व त्याची कायम चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राशी प्रतिक्रिया होऊन कॉईलची चुंबकीय क्षेत्रात पुढेमागे हालचाल होऊ लागते. कॉईलची जोडणी जर एखाद्या पातळ पडद्याशी (Diaphragm) केलेली असेल तर कॉईलच्या द्रुत हालचालीमुळे असा पातळ पडदा कंप पावू लागतो व पडदा कंप पावू लागला म्हणजे सभोवतालच्या हवेत ध्वनिलहरी निर्माण होतात. लाऊडस्पीकरचे कार्य ह्या तत्त्वावर आधारित असते.

मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर—रचना आणि कार्य

आकृती ५-१ मध्ये मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकरची रचना स्पष्ट करणारे छेदचित्र दर्शविले आहे.



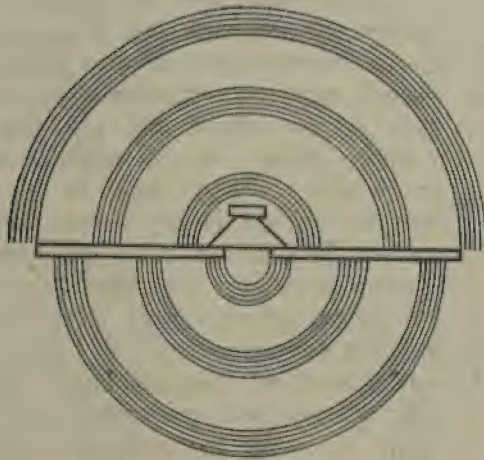
आकृती ५-१

आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे अशा लाऊडस्पीकरमध्ये एक शक्तिमान कायम चुंबक (Permanent magnet) वापरलेला असतो. ह्या कायम चुंबकाच्या मध्यवर्ती भागावर एका पुठ्याच्या नलीवर एक कॉईल गुंडाळून बसविलेली असते. ह्या कॉईलला "व्हॉईस कॉईल" म्हणतात. व्हॉईस कॉईल ज्या भागावर बसविलेली असते तो कायम चुंबकाचा एक ध्रुव (Pole) असतो. कायम चुंबकाचा दुसरा ध्रुव ह्या कॉईलभोवती असतो. थोडक्यात म्हणजे व्हॉईस कॉईल कायम चुंबकाच्या दोन ध्रुवांच्या फूटीमध्ये अद्यांतरी राहील अशी बसविलेली असते आणि त्यामुळे कायम चुंबकाच्या चुंबकीय विकर्ष रेखा (Magnetic lines) एका चुंबक ध्रुवाकडून दुसऱ्या चुंबक ध्रुवाकडे जाताना व्हॉईस कॉईलमधून आरपार जातात. व्हॉईस कॉईलच्या नलीच्या एका बाजूवर चिबट कागदाचा शंकवाकृती पडदा (Cone) जोडलेला असतो.

ह्या शंक्वाकृती पडद्याची वर्तुळाकार कडा लाऊडस्पीकरच्या लोंबंडी सांगाड्याला किंवा फ्रेमला चिकटवून पक्की बसविलेली असते. परंतु ह्या वर्तुळाकार कडेवर वळघा (Corrugations) पाडलेल्या असल्यामुळे व्हॉईस कॉईल नळीशी जोडलेला पडद्याचा हा भाग पुढेमागे सहजपणे हालू शकतो. व्हॉईस कॉईलशी श्राव्य विद्युत लहरी संबंधित केल्या की ह्या लहरीच्या प्रवाहातील चढउताराप्रमाणे व्हॉईस कॉईलभोवती चलत चबकीय क्षेत्र निर्माण होते. ह्या चलत चबकीय क्षेत्राची कायम चबकाच्या क्षेत्राशी प्रतिक्रिया होऊ लागते. त्यामुळे व्हॉईस कॉईल हुतगतीने पुढेमागे हालू लागते. व्हॉईस कॉईल हलू लागली म्हणजे व्हॉईस कॉईल नळीशी जोडलेला शंक्वाकृती पातळ पडदा (Cone) कंप पावू लागतो व त्यामुळे सभोवतालच्या हवेत ध्वनिलहरी निर्माण होतात. ह्या ध्वनिलहरीचा आयाम किंवा विस्तार (Amplitude) आणि त्यांची कंपनसंख्या (Frequency) हवेतून व्हॉईस कॉईलमधून बाहेरपाण्या श्राव्य विद्युतलहरीच्या आयामाप्रमाणे किंवा विस्ताराप्रमाणे व कंपनसंख्येप्रमाणे असते. ध्वनिबोधन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पडद्याचा व्यास सामान्यतः ८ किंवा १० इंच असतो. व्हॉईस कॉईल वजनाने हलकी परंतु दणकटही जावी ह्यासाठी व्हॉईस कॉईल नळीवर व्हॉईस कॉईल एकेरी असते (Single layer) गुंडाळलेली असते आणि त्यामुळे तिचे संरोधन माहजिकच जास्त प्रमाणात नसते. सामान्यतः ध्वनिबोधन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या लाऊडस्पीकरसं व्हॉईस कॉईलचे संरोधन ४, ८ व १६ ओहम असते व विद्युतबल (power rating) सुमारे ५ वॅट असते. श्राव्य विद्युत लहरीचे ध्वनिलहरीमध्ये रूपांतर करण्याचे बाबतीत लाऊडस्पीकरची कार्यक्षमता (Efficiency) मात्र क्वचित कमी दर्जाची असते. माध्या कॅबिनेटमध्ये बसविलेल्या लाऊडस्पीकरची कार्यक्षमता सुमारे ५ टक्के असते.

लाऊडस्पीकर बॅफल (Loudspeaker Baffle)

लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पातळ पडद्याचे (Cone) कंपन होत असताना पडदा जेव्हा पुढील बाजूकडे सरकतो तेव्हा पडद्याच्या पुढील बाजूवर असलेल्या हवेवर दाब (Compression) निर्माण

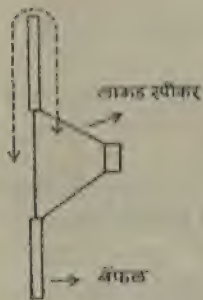


आकृती ५-२

होतो. परंतु पडद्याच्या मागील बाजूवर त्याचवेळी हवेत विरलता (Rarefaction) निर्माण होते. कंपन होताना पडदा जेव्हा मागील बाजूकडे सरकतो तेव्हा उलट परिस्थिती निर्माण होते. पडद्याच्या मागील बाजूकडील हवेवर दाब निर्माण होतो, परंतु पडद्याच्या पुढील बाजूवर त्याच वेळी विरलता निर्माण होते. पडद्याचे कंपन होताना हीच परिस्थिती आलटून पालटून निर्माण होते. आकृती ५-२ पाहा. लाऊडस्पीकरच्या पडद्यामुळे पडद्याच्या दोन्ही बाजूंवरील हवेचे कण विभक्त केले जातात. दाब असलेल्या बाजूवरील हवेच्या कणांची दुसऱ्या म्हणजे विरलता असलेल्या कणांच्या बाजूकडे हालचाल करण्याची नैसर्गिक प्रवृत्ती असते, त्यामुळे पडद्याच्या कडेवरून ही हाल-

चालू मुळ हॅंजल दाब व विरलता एकमेकांच्या नाशास पोषक होतात. लाऊडस्पीकरमधून होणाऱ्या ध्वनि पुनरुत्पत्तीवर ह्याचा अतिशय परिणाम होतो. विशेषतः कमी कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींची म्हणजे मंदस्वरलहरींची (Bass Notes) पुनरुत्पत्ती बरीच कमजोरपणे होऊ लागते.

बरील अडचणीवर उपाय म्हणजे बर वर्णन केलेल्या लाऊडस्पीकर पडद्याच्या पुढील आणि मागील बाजूवर असलेल्या हुवेच्या कर्णांच्या हालचालीचा मार्ग अधिक लांबीचा करणे. ह्या मार्गाची लांबी योग्य प्रमाणात वाढविली म्हणजे दाब असलेल्या बाजूवरील हुवेच्या कर्णांना विरलता असलेल्या बाजूकडे पोहोचण्यास विलंब लागतो व बर वर्णन केलेला पुनरिणाम टाळला जातो. बरील उद्दिष्ट माध्य होण्यासाठी लाऊडस्पीकर एका मोठ्या सपाट फळीवर बसविला जातो व ह्या फळीच्या मध्यभागी लाऊडस्पीकरच्या पडद्याच्या आकाराचे भोक पाडलेले असते. ह्या फळीस इंग्रजीत " बॅफल " (Baffle) असे म्हणतात आकृती ५-३ पाहा.



आकृती ५-३

" बॅफल "चे अर्थात् विविध प्रकार आहेत. त्याचे आकार जरी भिन्न असले तरी त्याचे कार्य बरील तत्त्वावरच आधारित असते. लाऊडस्पीकरसाठी जे सर्वांच्या परिचयाचे असलेले कॉन्बिनेट वापरले जाते (आकृती २-१० पाहा) ते वस्तुतः " बॅफल " म्हणूनच कार्य करते. शिवाय कॉन्बिनेटमुळे लाऊडस्पीकरला एक प्रकारे संरक्षणही मिळते. कॉन्बिनेटच्या अंतर्गत भागात ध्वनिलहरी घुमू नयेत म्हणून कॉन्बिनेटच्या अंतर्गत भागात लोकरीचे किंवा फेल्डसारख्या कापडाचे अस्तर (Pad) बसविलेले असते. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे कॉन्बिनेट लाऊडस्पीकरसाठी वापर सामान्यतः बंदिस्त जागी उभारणी केलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत (Indoor Installation) केला जातो. खुल्या जागी ह्या प्रकरणात पुढे वर्णन केलेल्या कर्णांच्या लाऊडस्पीकरसाठी (Horn Loudspeakers) वापर केला जातो. कर्णां देखील बॅफलचेच कार्य करतो.

बंदिस्त जागी वापरण्यात येणाऱ्या विविध प्रकारच्या लाऊडस्पीकरसंविधयी व त्यांच्या उपयुक्तते-विषयी विवेचन पुढील काही परिच्छेदांमध्ये केले आहे :—

बंदिस्त जागी वापरण्यात येणारे कॉन्बिनेट लाऊडस्पीकर

भिंतीवर उंच जागी टांगता येतील असे कॉन्बिनेट लाऊडस्पीकर.—आकृती ५-४ मध्ये भिंतीवर उंच



आकृती ५-४

प्रमाणे आवाजाचे श्रोतसमुदायकडे क्षेपणा केले जाते. कॉन्बिनेटच्या पुढील फळीचा आकार कलता असल्यामुळे इतर साध्या कॉन्बिनेटप्रमाणे सर्वच्या सर्व कॉन्बिनेट मुद्दाम कलते कलून



आकृती ५-५

बसविण्याची गरज नसते. दुसऱ्या एक प्रकारात कॅबिनेट भितीच्या कोपऱ्यात टांगून बसविता येईल अशा त्र्यंश आकाराचे असते. यामुळे अशा प्रकारचे कॅबिनेट भितीच्या कोपऱ्यात अगदी कमी जागा व्यापून बसविता येते.



आकृती ५-६

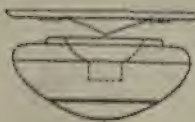
आकृती ५-६ मध्ये भितीवर टांगता येण्याजोग्या दुसऱ्या एका कॅबिनेटचा प्रकार दर्शविला आहे. ह्या प्रकारात दोन ८ इंची व्यासाचे लाऊडस्पीकर्स कॅबिनेटच्या पुढील बाजूवरील एकमेकांशी कोनात असलेल्या फळघांवर बसविलेले असतात. त्यामुळे अशा कॅबिनेटच्या दोन्ही बाजूंकडे विस्तृत क्षेत्रावर आवाजाचे क्षेत्रपण करता येते.

आढघावर किंवा तक्तपोशीवर बसविता येण्याजोगे किंवा टांगता येण्याजोगे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स



आकृती ५-७

आढघाची किंवा तक्तपोशीची उंची कमी असेल तर आढघाच्या किंवा तक्तपोशीच्या सपाटीत असलेले लाऊडस्पीकर्स बापरता येतात. अशा लाऊडस्पीकर्सचे कॅबिनेट आढघाच्या किंवा तक्तपोशीच्या आत बसविलेले असते व लाऊडस्पीकरच्या पुढील बाजूवर असलेली जाळी आढघाच्या किंवा तक्तपोशीच्या सपाटीत असते. आकृती ५-७ पाहा. ह्या लाऊडस्पीकरचे वैशिष्ट्य म्हणजे कॅबिनेट आढघामध्ये बसविलेले असल्याने त्याच्या दर्शनी बाजूवर असलेली जाळीच फक्त श्रोत्यांना दिसते. नाटक आणि सिनेमागृहाच्या बाल्कनीमध्ये आढघावरील लाऊडस्पीकर कॅबिनेटची अशी जाळी (Grill) कित्येकांनी पाहिलेली असेल.



आकृती ५-८

आकृती ५-८ मध्ये हुंडीच्या आकाराचे कॅबिनेट (Bowl type cabinet) दर्शविले आहे. इमारतीची शोभा व एकूण मजाबट जेव्हा महत्त्वाची असते तेव्हा आढघापासून किंवा तक्तपोशीपासून घेवण्याजोगी टांगून ठेवण्यासाठी अशा प्रकारचे सुंदर आकाराचे लाऊडस्पीकर फार उपयुक्त असतात. आकृतीत दर्शविलेल्या हुंडीमध्ये बसविलेल्या लाऊडस्पीकरचे तोंड आढघाकडे असल्याचे दर्शविले आहे. हुंडीच्या बरील

बाजूवर लाऊडस्पीकरशी सामोरी एक ध्वनि परावर्तक तबकडी (Sound Reflector) बसविलेली असते. ह्या तबकडीला शास्त्रोक्त पद्धतीने विजिष्ट आकार दिलेला असतो. त्यामुळे लाऊडस्पीकरमध्ये निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींचे सर्व समतल (Horizontal) दिशेला समान वितरण होते. हुंडीप्रमाणे ध्वनि परावर्तक तबकडीही आढघावर किंवा तक्तपोशीवर टांगून बसविता येते.

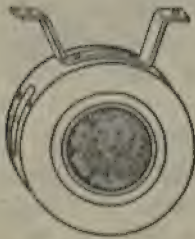


आकृती ५-९

आकृती ५-१० मध्ये ध्वनिपरावर्तक तबकडी नमलेली साधी हंडी दर्शविली आहे. लाऊडस्पीकरचे

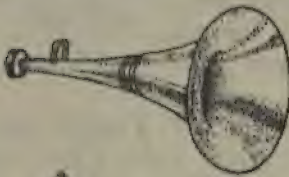


आकृती ५-१०



आकृती ५-११

कर्ण्याचा वापर केलेले लाऊडस्पीकर्स (Horn Loudspeakers)



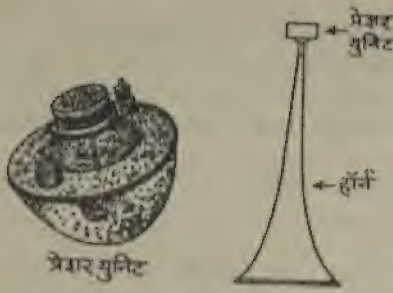
आकृती ५-१२

आकृती ५-९ मध्ये हंडीच्या आकाराच्या कॅबिनेटचा दुसरा प्रकार दर्शविला आहे. ह्या प्रकारात हंडीमध्ये बसविलेल्या लाऊडस्पीकरचे तोंड खालील बाजूवर आहे व लाऊडस्पीकरच्या पडद्यासमोर खालील बाजूवर ध्वनिपरावर्तक तबकडी बसविलेली आहे व त्यामुळे आवाज समतल दिशेला सर्वत्र पसरतो.

हंडीच्या वरील बाजूवर दर्शविलेल्या इलेक्ट्रिक केबल टर्मिनल बॉक्सचा हंडी टांगण्यासाठी उपयोग करता येतो, एखाद्या लोखंडी पट्टीचा उपयोग करून हंडी ३० अंशाचा कोन करून भितीवर टांगता येते. कारखान्यात जेव्हा खुल्या जागी लाऊडस्पीकरची उभारणी करावी लागते तेव्हा अशा प्रकारचा हंडीचा लाऊडस्पीकर विशेष उपयुक्त असतो. परंतु औद्योगिक कारखान्यांमध्ये अधिक सोयीस्वर अशा कॅबिनेट लाऊडस्पीकरचा प्रकार आकृती ५-११ मध्ये दर्शविला आहे. लाऊडस्पीकरसाठी गोलाकार कॅबिनेट धातूचे बसविलेले असते व ते टांगण्यासाठी कॅबिनेटवर आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे जोडपट्ट्या बसविलेल्या असतात. सर्वसामान्यपणे कायम चुंबकाचा १० इंची व्यासाचा शंक्वाकृति पडदा वापरलेला मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर अशा कॅबिनेटमध्ये बसविला जातो. गोंगाट गुळबल्याची पातळी त्या मानाने फार जास्त प्रमाणात नसते अशा मोठमोठ्या विद्युत्केन्द्रांमध्ये, मालसाठे केलेल्या कोठारांमध्ये किंवा गोदामांमध्ये अशा प्रकारचा लाऊडस्पीकर विशेष उपयुक्त असतो.

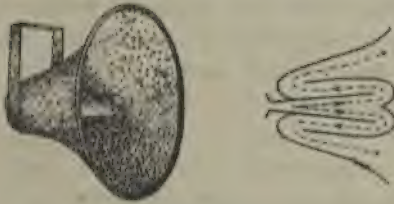
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत कर्ण्याचा (Horns) वापर केलेले लाऊडस्पीकर्सही बरेच प्रचलित आहेत. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरचा उपयोग विशेषकरून खुल्या जागेवरील कार्यक्रमांसाठी आणि मुख्यतः जेव्हा एका विवक्षित दिशेने ध्वनिक्षेपण (Sound projection) करावयाचे असते तेव्हा केला जातो. आकृती ५-१२ मध्ये कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरचे दोन प्रकार दर्शविले आहेत.

“ड्रायव्हर युनिट” किंवा “प्रेशर युनिट”.—कर्ण्याबरोबर ज्या लाऊडस्पीकरची जोडणी केली जाते त्यास “ड्रायव्हर युनिट” किंवा “प्रेशर युनिट” असे म्हणतात. अशा प्रेशर युनिटचे चित्र आकृती ५-१३ मध्ये दर्शविले आहे. “प्रेशर युनिट” वर कर्णा जोडला म्हणजे कर्ण्याचा लाऊडस्पीकर (Horn Loudspeaker) तयार



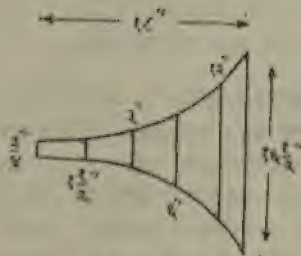
आकृती ५-१३

होऊन एका दिशेने क्षेपित केल्या जातात. कर्णामुळे ध्वनिलहरी प्रवाहित होत नाहीत हे लक्षात घेण्यासारखे आहे. कर्णाच्या साहाय्याने फक्त ध्वनिलहरींची शक्ति एकवटली जाऊन त्यांचे विशिष्ट दिशेला क्षेपण करता येते. त्यामुळे साध्या लाऊडस्पीकरपेक्षा कर्णा अधिक कार्यक्षम (Efficient) असतो. शिवाय कर्णाच्या साहाय्याने विद्युतशक्तिचे ध्वनिलहरीमध्ये रूपान्तर अधिक कार्यक्षमतेने होऊ शकते असल्यामुळे कर्णामुळे सुमारे २५ ते ३५ टक्के कार्यक्षमता (Efficiency) साध्य होऊ शकते. परंतु कर्णामध्ये मंदस्वरलहरीची (Bass Notes) यथोचित पुनरुत्पत्ती होण्यासाठी कर्णाची लांबी बरीच जास्त असावी लागते. म्हणून किल्येक फूट लांबीचे कर्ण वापरणे आवश्यक असते. परंतु जास्त लांबीच्या कर्णाचा वापर करणे सोयीचे नसल्याने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ज्यांना "रिएन्ट्रान्ट हॉर्न्स" (Re-entrant Horns) किंवा "रिफ्लेक्स हॉर्न्स" (Reflex Horns) म्हणतात असे कर्ण वापरले जातात. आकृती ५-१४



आकृती ५-१४

मध्ये अशा कर्णांचे बाह्य स्वरूप व सोबतच अशा कर्णांची तात्त्विक अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. हा कर्ण म्हणजे तत्त्वतः एखादा कर्ण जणू काय जातल्या जात वळवलेला असावा अशा स्वरूपाचा असल्यामुळे ध्वनिलहरीच्या दृष्टीने कर्णाची एकूण लांबी परिणामी कायम राहून प्रत्यक्षात मात्र ती जवळ-जवळ एक तृतीयांश हातूंत असे म्हणावयास हरकत नाही.

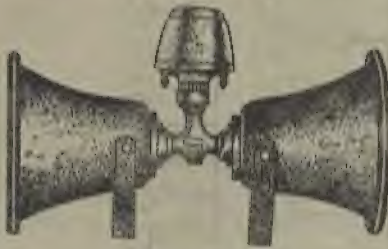


आकृती ५-१५

कर्णामधून ध्वनिलहरींची योग्य प्रगती व विस्तार होण्यासाठी कर्णाच्या निमुळत्या तोंडापासून कर्णाचा कमजोर बाई होणारा गोलाकार विस्तार एका विशिष्ट आकाराचा असणे इष्ट असते. ज्या कर्णात बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास कर्णाच्या लांबीच्या समान अंतरावर दुप्पटीने वाढतो अशा रचनेचा कर्ण ध्वनिक्षेपण व ध्वनि विस्ताराच्या दृष्टीने आदर्श समजला जातो. अशा कर्णास इंग्रजीत "एक्सपोनेन्शियल हॉर्न" (Exponential Horn) असे म्हणतात. आकृती ५-१५ मध्ये अशा कर्णाचे एक चित्र दर्शविले आहे. आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे कर्णाच्या निमुळत्या तोंडाचा व्यास $\frac{1}{2}$ इंच

आहे व प्रत्येक ४ इंच अंतरात कर्ण्याचा बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास दुप्पटीने वाढतो. उदाहरणार्थ १ १/२", २", ६", १२" वगैरे. एखाद्या गोष्टीची वृद्धि किंवा अय होताना ती नैसर्गिकपणे व अभिरोधपणे जेव्हा होते तेव्हा ती "घातांक नियम" प्रमाणे (Exponential law) होत असते. उदाहरणार्थ, एखाद्या गोष्टीची वृद्धि "क्ष" ह्या कालावधीत ती पुर्वीपेक्षा दुप्पटीने, त्या नंतरच्या दुसऱ्या "क्ष" ह्या कालावधीत त्यापेक्षा दुप्पटीने व ह्याच नियमा-प्रमाणे पुढील प्रत्येक "क्ष" ह्या कालावधीत दुप्पटीने वाढत असेल तर तिची वृद्धि घातांक नियमा-प्रमाणे होत आहे असे म्हणता येईल. बरील उदाहरणात कर्ण्याच्या बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास विशिष्ट कालावधीत (ध्वनि लहरींना ४" लांबीवर प्रवास करण्यास जेव्हा कालावधि लागतो तेवढ्या कालावधीत) दुप्पटीने वाढत असल्याने अशा विशिष्ट आकाराच्या कर्ण्यास ईंग्रजीत "एक्स्पो-नेन्शियल हॉर्न" असे म्हणतात.

आकृती ५-१९ मध्ये एकाच ड्रायव्हर युनिटचा वापर करून दोन विरुद्ध दिशेला बसविलेल्या रिप्लन्ट हॉर्नचा प्रकार दर्शविला आहे. दोन बाजूकडे लांब अंतरावर ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी असा लाऊडस्पीकर उपयुक्त असतो. रेल्वे प्लॅट-फॉर्मवर किंवा तत्समान स्थळांवर घोषणा व निवेदने करण्यासाठी वापरण्यात येणारे असे लाऊडस्पीकर्स सर्वांच्या परिचयाचे आहेत.



आकृती ५-१९

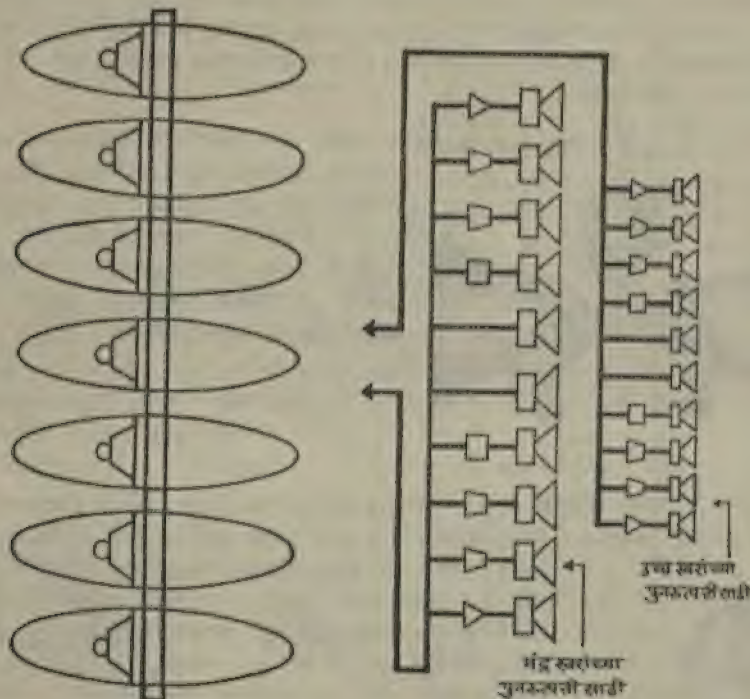
आकृती ५-१७ मध्ये बऱ्याच जोरदार पातळीवस्त्र विशिष्ट दिशेने ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरचा एक सामान्य प्रकार दर्शविला आहे. खुल्या मैदानात आणि विशेषतः श्रुतसमुदाय जेव्हा लाऊडस्पीकरपासून बऱ्याच दूर अंतरावर असतो तेव्हा असा लाऊडस्पीकर अतिशय उपयुक्त असतो. कारण त्याच्या साहाय्याने बऱ्याच अंतरावर देखील ध्वनि-लहरी स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येऊ शकतात. ह्या प्रकारात सहा वेगळे रिप्लन्ट हॉर्न लाऊडस्पीकर्स एका ११ फूट व्यासाच्या घंटेच्या आकाराच्या पात्रात बसविलेले असतात व ह्या सर्व लाऊड-स्पीकर्सचे एकूण विद्युतबल १२० वॅटपर्यंत असते. लाऊडस्पीकर्सची रचना कणखर वनावटीची असल्यामुळे खुल्या जागी वापरण्यास असे लाऊडस्पीकर्स सोयीस्कर असतात. ह्या लाऊडस्पीकर्समध्ये ध्वनिपटलावरील दर सेकंदास १२५ ते ७००० सायकल्स कंपन-संख्येच्या ध्वनिलहरींना यथोचित प्रतिसाद मिळू शकतो. लाऊड-स्पीकर्सचे घंटेसारखे पात्र ड्रायपॉड स्टॅण्डवर (तिपावी) उभे केलेले असते. स्टॅण्डची उंची काही प्रमाणात कमी अधिक करता येते. शिवाय घंटेचे तोंड समतल (Horizontal) दिशेने ३६० अंशाच्या कोनातून फिरविता येते व ऊर्ध्व (Vertical) दिशेकडे त्याला १२० अंशाच्या कोनापर्यंत कलाटणी देता येते.



आकृती ५-१७

लाऊडस्पीकर स्तंभ (Column Loudspeakers)

पूर्वी आकृती ३-१२ मध्ये लाऊडस्पीकर स्तंभाचे चित्र दिलेले आहेच. आकृती ५-१८ मध्ये लाऊडस्पीकर स्तंभाची रचना व स्तंभात वापरलेल्या लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीची चित्रे दिली आहेत. सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर स्तंभातील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी समान्तर

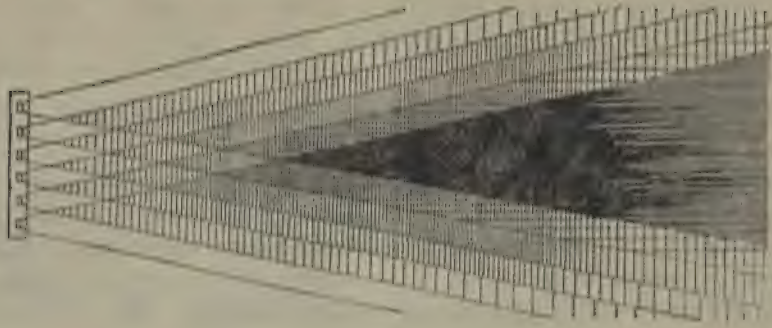


आकृती ५-१८

किंवा एकसरी-समान्तर अशी मिश्र जोडणी केली जाते. ह्यासाठी सामान्यतः १० ते १६ इंची व्यासाचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात व त्यामधून मंदस्वरांची (Bass Notes) पुनरुत्पत्ती यथोचितपणे होऊ शकते. उच्च स्वरलहरींच्या पुनरुत्पत्तीसाठी कित्येकदा आकृती ५-१८ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे लहान व्यासाच्या लाऊडस्पीकर्सचा बेगळा स्तंभ वापरलेला असतो.

स्तंभ रचनेचा मोठा फायदा म्हणजे सर्व लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींचे एका विशिष्ट पातळीत केन्द्रीकरण होते व ध्वनिलहरींचा श्रोत (Beam) निर्माण होऊन इतर दिशांना त्या विस्फारित होत नाहीत. आकृती ५-१९ मध्ये स्तंभातर्फे क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या

संक्षेपकरणाची क्रिया कमी वाढते हे दर्शविले असून आकृती ५-२० मध्ये स्तंभातून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिच्या क्षोळाचे आकारमान कसे असते ह्याचे काव्यनिक चित्र दर्शविले आहे.



आकृती ५-१९

स्तंभातून क्षेपण केल्या जाणाऱ्या क्षोळाची बरीच व खालील बाजू सपाट असल्यामुळे पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे ध्वनिनिनादाची (Reverberation) समस्या सोडविण्यासाठी लाऊडस्पीकर स्तंभ अतिशय उपयुक्त झाले आहेत. लाऊडस्पीकर स्तंभातील निरनिराळ्या लाऊडस्पीकरसंपर्क क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरी आकृती ५-१९ मध्ये चित्रण केल्याप्रमाणे एकमेकीत पुष्कट होऊन केन्द्रित होत असल्यामुळे त्यांची तीव्रता (Intensity) बरीच वाढते व त्यामुळे



आकृती ५-२०

त्यांच्या व्यापृतीचे क्षेत्रही बरेच विस्तृत असते. अशा केन्द्रित ध्वनिलहरी स्तंभापासून दूर अंतरावर देखील स्वच्छ व सुस्पष्टपणे ऐकू येऊ शकतात. ह्याची प्रचीति म्हणजे लाऊडस्पीकर स्तंभापासून आपण अधिकाधिक दूर अंतरावर जाऊ लागलो तरी एकेरी लाऊडस्पीकरप्रमाणे त्यामधून ऐकू येणाऱ्या आवाजाची तीव्रता कमी न होता काही मर्यादितपर्यंत म्हणजे स्तंभाच्या व्यापृतीचे क्षेत्र ओलांडेपर्यंत ती समान राहात असल्याचे आढळून येते. लाऊडस्पीकर स्तंभाच्या ह्या वैशिष्ट्याचा वास्तविक उप-

□ □ □

प्रकरण ६

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील इतर उपकरणे व साधनसामग्री

मायक्रोफोन्स, मायक्रोफोन मिक्सर, अॅम्प्लिफायर आणि लाऊडस्पीकर ह्या ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या मुख्य घटकांचे तांत्रिक विवेचन प्रकरण ३, ४ व ५ मध्ये केलेले आहे. ह्या प्रकरणांत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या इतर उपकरणां-विषयीची व साधनसामग्रीविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती दिलेली असल्याने ध्वनितंत्रज्ञास ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या एकूण सर्व घटकांची संपूर्ण तांत्रिक माहिती होईल.

ग्रामोफोन

एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी सहजतेने ने-आण करता येईल असे "पोटॅबल ग्रामोफोन" हल्ली बाजारात उपलब्ध आहेत. ध्वनिमुद्रित संगीताचा कार्यक्रम सादर करण्यासाठी ध्वनितंत्रज्ञाने असा एक पोटॅबल ग्रामोफोन अवश्य संग्रही ठेवला पाहिजे. असा ग्रामोफोन मजबूत बनावटीचा तर असावाच परंतु एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेण्या-आणण्याच्या दृष्टीने तो हलक्या व सुटसुटीतही असला पाहिजे. दर मिनिटाला ७८ फेरे, ४५ फेरे किंवा ३३ $\frac{1}{3}$ फेरे ह्या विविध गतीवर मुद्रित केलेल्या ग्रामोफोन रेकॉर्ड्स हल्ली सामान्यतः उपलब्ध असल्याने विविध गतीवर फिरणाऱ्या टर्नटेबलाची सोय असलेला ग्रामोफोन असणे आवश्यक असते. टर्नटेबल १० इंची व्यासाचे असावे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ग्रामोफोनसाठी उच्च दर्जाचा सिरॅमिक पिकअप हल्ली प्रचलित आहे.

रेडिओ कार्याक्रमांचे ध्वनिक्षेपण करण्याची सोय

बरील कार्यासाठी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत रेडिओचे दोन प्रकार वापरले जातात. (१) ज्या रेडिओमध्ये ऑडिओ विभाग समाविष्ट केलेला नसतो असा म्हणजे फक्त "रेडिओ ट्यूनर" (Radio Tuner) (२) ऑडिओ विभागासहित असलेला संपूर्ण रेडिओ. ह्या दोन्ही प्रकारांची बांधणी-जोडणी हल्ली सामान्य रेडिओमध्ये सर्वत्र प्रचलित असलेल्या "सुपरहिटरोडायन" तत्त्वावर केलेली असते. दोन्हीही प्रकारांत रेडिओ स्टेशनाची तीक्ष्ण जुळवणी सुलभतेने करता यावी ह्यासाठी "मॅजिक आय" किंवा तत्समान कोणत्या ना कोणत्या तरी प्रकारच्या ट्युनिंग इंडिकेटरची सोय मात्र आवश्यक असते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत आवाजाचे त्यामानाने बऱ्याच प्रमाणात प्रवर्धन केले जात असल्याने एक अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे दोन्हीही प्रकारांत गुणगुण आवाज (Hum) किंवा इतर विद्युत खरखराटाची (Noise) उत्पत्ति होणे दृष्ट नसते. वर उल्लेख केलेल्या "रेडिओ ट्यूनर" ची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या अॅम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्याकरता सर्वसामान्य अॅम्प्लिफायरमध्ये "रेडिओ ट्यूनर सॅकिट" ची सोय उपलब्ध असते. ऑडिओ विभागासह संपूर्ण रेडिओ जेव्हा वापरला जातो तेव्हा मात्र अशा रेडिओतील आऊट-पुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलच्या संरोधनाशी योग्य जुळवणी होईल अशा खाय जोडणीच्या सॅकिटची सोय अॅम्प्लिफायरमध्ये असणे आवश्यक असते.

टैपरेकॉर्डर

पूर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत टैपवर मुद्रित केलेल्या कार्यक्रमाचे श्रेषण करण्याचे प्रसंग कधी कधी येतात. टैपवर मुद्रण करण्यासाठी इजॅडर बनावटीचा टैपरेकॉर्डर वापरणे आवश्यक असते आणि त्यादृष्टीने व्यावसायिक क्षेत्रात वापरल्या जाणाऱ्या टैपरेकॉर्डरचा (professional type tape-recorder) वापर ह्या कार्यासाठी उपयुक्त होतो. ह्याचे कारण म्हणजे ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यासाठी टैपवरील मुद्रण उत्कृष्ट दर्जाचे असणे महत्वाचे असते. त्यामध्ये जर काही उणीवा असतील तर ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यात त्या अधिकच प्रकर्षाने अनुभवास येतात.

टैपवरील मुद्रण श्रेष्ठ करताना टैपरेकॉर्डरची जोडणी मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी करण्याची सोय केलेली असते. संभाषणाच्या कार्यक्रमांसाठी टैपची दर सेकंदास $3\frac{3}{4}$ इंच (९.५ सें.मी.) गती उत्कृष्ट असते. संगीत कार्यक्रमांसाठी जास्त द्रुतगती वापरावी लागते. टैपवरील मुद्रणाचे श्रेषण करताना टैपरेकॉर्डरच्या व्हॉल्यूम कंट्रोलची तो फिरवून किती प्रमाणात जळवणी करावी हे प्रयोगांतीच ठरविता येते. टैपवरील मुद्रण श्रेष्ठ करतंवेळी जर गुणगुण आवाज (Hum) ऐकू येत असेल तर अॅम्प्लिफायर विभागातील टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने बॅस स्वरांची कपात (Bass Cut) करून ह्या दोष कधी कधी घालविता येतो. आवाजात खरखराट (Noise) असेल तर उच्च स्वरांची कपात (Treble Cut) करून खरखराट कमी करता येतो.

मायक्रोफोन केबल

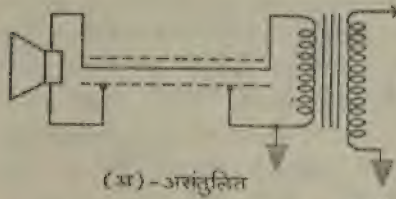
मायक्रोफोन केबलचे गुणधर्म.—पूर्वी प्रकरण २ मध्ये मायक्रोफोन केबलच्या रचनेविषयी सर्वसामान्य माहिती दिली जाई. केबलच्या रचनेत केबलमधोल प्रवाहवाहक तारेभोवती/ताराभोवती रबर, रेशीम ह्यासारख्या विद्युतविरोधक पदार्थांचे आवरण असते व अशा स्वराच्या किंवा रेशमाच्या आवरणाभोवती केबलचे तिलबती आच्छादन (Shield) बसविलेले असल्याने प्रवाहवाहक तार व तिलबती आच्छादन ह्यामध्ये बऱ्याच प्रमाणात धारणशक्ती (Capacitance) निर्माण होते आणि मायक्रोफोनची अशा केबलशी जोडणी केली म्हणजे ही धारणशक्ती मायक्रोफोनशी समांतर पद्धतीने (in parallel) कार्यवाही होणे. केबलची लांबी जितकी जास्त तितकी ही धारणशक्ती अधिक असते. विद्युतशास्त्रातील नियमाप्रमाणे तारेमधून वाहणाऱ्या ए.सी. प्रवाहाला धारणशक्तीमुळे मिळणारा धारणात्मक अवरोध (Capacitive reactance) ए.सी. विद्युतप्रवाहाच्या कंपनसंख्येच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. ह्याचा अर्थ सामान्य शब्दात सावयाचा होतो असे म्हणता येईल की ए.सी. प्रवाहाची कंपनसंख्या जितकी अधिकाधिक वाढवावी तितका धारणशक्तीमुळे प्रवाहाला मिळणारा धारणात्मक अवरोध अधिकाधिक कमी होतो व ह्याउलट, ए.सी. प्रवाहाची कंपनसंख्या जितकी अधिकाधिक कमी करावी तितका धारणात्मक अवरोध अधिकाधिक वाढतो. सहाजिकच मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरीची कंपनसंख्या जेव्हा बरीच द्रुत असते तेव्हा अशा द्रुत कंपनसंख्येच्या (High frequency) लहरींना वर उल्लेख केलेल्या धारणशक्तीमुळे केबलतर्फे एक मुलभ उपमागे मिळतो. शिवाय केबलच्या तिलबती आच्छादनाची सामान्यतः जमिनीशी जोडणी केलेली असल्याने अशा द्रुत कंपनसंख्येच्या लहरींचा अपव्याय (Loss) होऊन ध्वनि-पुनरुत्पत्तीत त्यामुळे अस्पष्टपणा उत्पन्न होतो.

केबलचा दुसरा एकगुणधर्म म्हणजे केबलमध्ये वापरलेल्या प्रवाहवाहक तारेचा विरोध (Resistance). केबलच्या तारेची लांबी जितकी जास्त तितका तिचा प्रवाहाला मिळणारा विद्युतविरोध जास्त असतो. ह्या विरोध कमी करण्यासाठी शक्य तेवढी जास्त जाडीची तार वापरणे आवश्यक असते. केबलमध्ये

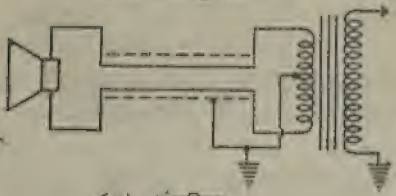
अस्तित्वात असलेल्या धारणशक्तीचा परिणाम त्याचप्रमाणे केबलच्या प्रवाहवाहक तारेच्या विद्युत-विरोधामुळे प्रवाहवाहक तारेमधून वाहणाऱ्या विद्युत लहरीचा अपेक्ष्य होऊन ज्या समस्या निर्माण होतात त्या विषयीचे सविस्तर तांत्रिक विवेचन पुढील प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

संतुलित (Balanced) किंवा असंतुलित (unbalanced) केबल जोडणी

मायक्रोफोन व अॅम्प्लिफायर ह्यामधील जोडणी करण्यासाठी वापरलेली मायक्रोफोन केबल संतुलित (Balanced) किंवा असंतुलित (unbalanced) असू शकते. आकृती ६-१ (अ) आणि (ब)



(अ) - असंतुलित



(ब) - संतुलित

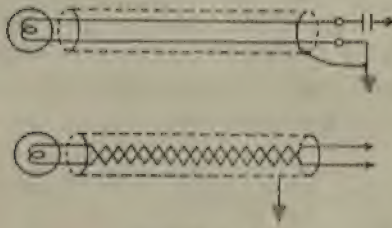
आकृती ६-१

फोनच्या विद्युत मंडलात समावेश होतो. अशी केबल ट्रन्सफॉर्मर्स किंवा इलेक्ट्रिक मेन्स तारांच्या सान्निध्यात असेल तर अशा केबलमध्ये गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी प्रवर्तित होण्याची शक्यता असते. व मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरीशी त्यांचे मिश्रण झाल्याने अॅम्प्लिफायर विभागातर्फे त्या प्रवर्धित झाल्याने बऱ्याच जास्त वातलीवरील गुणगुण आवाजाची पुनरुत्पत्ती होऊ शकते. अशी केबल जर चुकून शक्तिमान प्रवाह लहरी वाहून नेणाऱ्या जोडतारांच्या (उदाहरणार्थ लाऊडस्पीकरच्या जोडतारांच्या) सान्निध्यात असेल तर अॅम्प्लिफायरमधून शिट्या व कर्कश आवाज ऐकू येण्याची शक्यता असते.

आकृती ६-१ (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे संतुलित केबलमध्ये मायक्रोफोनच्या विद्युत मंडलात फक्त प्रवाहवाहक जोडतारांचाच समावेश होतो, केबलवरील चिलखती आच्छादनाचा होत नाही. त्यामुळे बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युतलहरींचा (radiated waves) केबलला उपसर्ग पोहोचत नाही. शिवाय ह्या प्रवाहवाहक तारांमध्ये प्रवर्तनामुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरी जरी प्रवर्तित झाल्या तरी एका तारतील अशा लहरी दुसऱ्या तारतील लहरींना मारक होतात व त्यामुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरींचा उपद्रव होत नाही.

ध्वनिवर्धन व वितरण अवस्थेत केबलची लांबी जेव्हा कमी असते तेव्हा गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी केबलमध्ये प्रवर्तित होण्याची शक्ती बरीच कमी असते. अशा परिस्थितीत असंतुलित केबल वापरण्यास हरकत नसते, परंतु जेव्हा बऱ्याच लांबीच्या केबलचा वापर आवश्यक असतो तेव्हा गुणगुण, आवाजाच्या (Hum) लहरीचा उपद्रव टाळण्यासाठी संतुलित केबलचा उपयोग करणे इष्ट असते.

दोन प्रवाहवाहक तारा असलेल्या चिलखती केबलमध्ये (twin-shielded cable) दोन्ही प्रवाहवाहक तारांची गुंफण केलेल्या (twisted) केबलचा एक प्रकार आहे. गुंफण न केलेल्या माध्या चिलखती केबलची (twin-shielded cable) आणि गुंफण केलेल्या चिलखती केबलची (twin-twisted cable) चित्रे आकृती ६-२ मध्ये दर्शविली आहेत. तारेची गुंफण केलेली



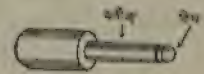
आकृती ६-२

असल्यास गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी केबलमध्ये प्रवर्तित होण्यास अधिक प्रतिबंध केला जातो. त्या दृष्टीने गुंफण केलेल्या प्रवाहवाहक तारा असलेली चिलखती केबल (twin-twisted shielded cable) अधिक सरस असते. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे केबलच्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी केलेली असली म्हणजे बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युतलहरीच्या खर-खराटाचा (electric radiated noise) उदाहरणार्थ ट्यूब लाईट, न्यूऑन दिवे इत्यादी साधनां-

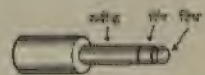
पासून प्रसृत होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरीचा मायक्रोफोन केबलला उपसर्ग पोहोचू शकत नाही. त्या दृष्टीने केबलच्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी करणे फार महत्त्वाचे असते.

मायक्रोफोन प्लग

आकृती ६-३ मध्ये असंतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा दोन संपर्क जोड (two-contact) असलेला व आकृती ६-४ मध्ये संतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा तीन संपर्क जोड (three-contact) असलेला "जॅक प्लग" दर्शविला आहे. दोन्ही प्रकारच्या प्लगमध्ये सर्व संपर्क जोड एकमेकांपासून विद्युतदृष्ट्या विभक्त ठेवलेले असतात. आकृती ६-३ मध्ये दर्शविलेल्या प्लगच्या अग्रभागाच्या संपर्क जोडास इंग्रजीत "टिप" (tip) म्हणतात. ह्या भागास असंतुलित केबलची प्रवाहवाहक तार जोडलेली असते. प्लगच्या बाह्य नळीच्या संपर्क जोडास इंग्रजीत "स्लीव्ह" (sleeve) म्हणतात. ह्या भागास केबलचे चिलखती आच्छादन जोडलेले असते. आकृती ६-४ मध्ये दर्शविलेल्या प्लगच्या बाबतीत प्लगच्या "टिप" व "स्लीव्ह" ह्यामध्ये अधिक एक संपर्क जोड समाविष्ट केलेला असतो. ह्या भागास इंग्रजीत "रिंग" (Ring) असे म्हणतात. संतुलित केबलची एक प्रवाहवाहक तार "टिप" ला व दुसरी प्रवाहवाहक तार "रिंग" ला जोडलेली असते. केबलचे चिलखती आच्छादन "स्लीव्ह" ला जोडलेले असते.

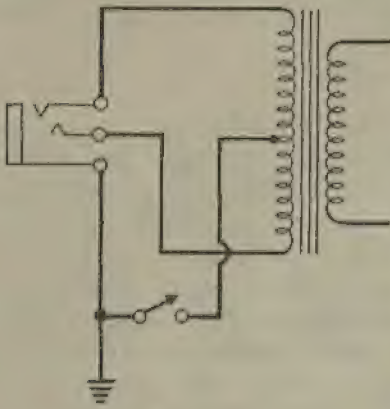


आकृती ६-३



आकृती ६-४

आकृती ६-५ मध्ये बरोल दोन्ही प्रकारचे जॅक प्लग बसविण्यासाठी वापरली जाणारी तीन संपर्क



आकृती ६-५

लाऊडस्पीकर जोडणीसाठी जोडतारा

लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडतारांबिषयी सारान्वय माहिती प्रकरण २ मध्ये दिलेली आहे. लाऊडस्पीकरची जोडणी अॅम्प्लिफायरपासून कित्येकदा हजारो फूट अंतरावर केली जात असल्याने जोडतारांच्या विरोधाच्या (Resistance) प्रश्नास सहाजिकच बरेच महत्त्व प्राप्त होते. उदाहरणार्थ, १४/००७६ तारेचा विरोध दर १०० फूटास ४ ओहम असतो व अशा दोन तारांचा एकूण विरोध ८ ओहम असतो. अशा जोडतारेची ४ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरची जोडणी केली तर लाऊडस्पीकर व्हाईस कॉईल व जोडतारा ह्यांचा एकूण विरोध १२ ओहम होतो व ८ ओहम विरोधाच्या जोडतारांमध्ये विद्युतबलाचा $\frac{1}{3}$ म्हणजे $\frac{1}{9}$ ह्या प्रमाणात अपव्यय होतो व त्यामुळे फक्त उरलेले $\frac{2}{3}$ विद्युतबलच लाऊडस्पीकर कार्यासाठी उपलब्ध होते. जोडतारांची लांबी जेव्हा बरीच जास्त असते तेव्हा जोडतारांमधील होणाऱ्या अपव्ययानंतर लाऊडस्पीकर कार्यासाठी उपलब्ध होणाऱ्या विद्युतबलात अधिकच घट निर्माण होते. जास्त लांबीच्या जोडतारांचा वापर करताना निर्माण होणाऱ्या विद्युतबलाची समस्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या उपाययोजनांबिषयीचे विवेचन प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

□ □ □

प्रकरण ७

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची उभारणी—काही संकेत, काही समस्या

मायक्रोफोन्स, मायक्रोफोन मिक्सर, अॅम्प्लिफायर, लाऊडस्पीकर्स आणि ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या इतर साधनसामग्रीविषयीचे प्रकरण ३ ते प्रकरण ६ मध्ये केलेले तांत्रिक विवेचन संपले, आता ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ह्या उपकरणांची व साधनसामग्रीची प्रसंगानुरूप कशी निवड केली जाते व ह्या उपकरणांची जोडणी व उभारणी करताना ज्या निघमांचे व पध्दतींचे धारून करणे आवश्यक असते ह्या विषयीचे व त्या अनुषंगाने इतरही काही तांत्रिक प्रश्नांचे ह्या प्रकरणात विवेचन केले आहे.

योग्य मायक्रोफोनची निवड

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट कार्यकमानुसार योग्य अशा मायक्रोफोनची निवड करावी लागते. मायक्रोफोनची निवड करताना पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे (१) मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचा (Directional property) (२) मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचा (Frequency Response) (३) संरोधनाच्या जुळवणीचा (Impedance matching) आणि त्या अनुषंगाने (४) मायक्रोफोन व अॅम्प्लिफायर ह्यामधील जोडणीच्या अंतराचा विचार करावा लागतो.

योग्य निवड करण्यासाठी कसोटी

पूर्वी प्रकरण ३ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे संगीताचे कार्यक्रम दक्षित करण्यासाठी, मग ते कार्यक्रम वेदित जागेतील असोत किंवा खुल्या जागेतील असोत, केवळ संभाषणाच्या कार्यक्रमासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोन्सपेक्षा जास्त विस्तृत व समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर करणे आवश्यक असते. त्या दृष्टीने संगीत कार्यक्रमासाठी विस्तृत व समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनची निवड करण्याची दक्षता घेतली पाहिजे.

मायक्रोफोनची निवड करताना दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचा विचारही महत्त्वाचा असतो. एक सर्वसामान्य नियम म्हणून असे म्हणता येईल की ज्या कार्यक्रमात सभोवतालचे आवाज (ambient sounds) न झेलले जावेत त्याचप्रमाणे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) शक्यतो टाळली जावी अशी अपेक्षा असते त्यावेळी एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट असते. असे प्रसंग ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत जास्त वेळा येतात. परंतु कित्येकदा मात्र सभागृहात धूमणारे आवाज म्हणजे ध्वनिनिनाद (Reverberation) मायक्रोफोनमध्ये टिपले जाणे इष्ट असते. उदाहरणार्थ, संगीताच्या कार्यक्रमात, असे सभागृहातील आवाज मायक्रोफोनमध्ये झेलले गेले तर कार्यक्रमात नैसर्गिकपणा व एक प्रकारे जिवंतपणा निर्माण होतो. अशा परिस्थितीत बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते. अर्थात अशा कार्यक्रमांचे वेळीही जर ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होत असेल तर एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्याव्यतिरिक्त गत्यंतर नसते. दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या दृष्टीने योग्य अशा मायक्रोफोनची कशी निवड करावी ह्या विषयी ध्वनि तंत्रज्ञास चांगली कल्पना येण्यासाठी काही निवडक व्यावहारिक प्रसंगांची उदाहरणे पुढील काही परिच्छेदांमध्ये दिलेली आहेत.

काही निवडक व्यावहारिक प्रसंग

(१) निवेदने, घोषणा वगैरेसाठी योग्य मायक्रोफोन

सभोवतालचे वातावरण शांत असेल तर बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते. आकृती ७-१ पाहा. परंतु सभोवतालच्या वातावरणातील गोंगाट गळबल्याची धावळी जर जास्त असेल (उदाहरणार्थ, रेल्वे स्टेशन, आकृती ७-२ पाहा) तेव्हा एकदिश



आकृती ७-१



आकृती ७-२

ध्वनिग्रहणपात्रतेचा छोटा हंड मायक्रोफोन वापरणे आवश्यक असते. असा मायक्रोफोन सभोवतालच्या आवाजांना संवेदनशील नसल्याने निवेदकाचा आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐक येतो. निवेदकाचे संभाषण, घोषणा थांबवून मायक्रोफोन बाजूला ठेवला की सर्वत्र शांतता पसरते.

(२) सभा, संभाषणे, मुलाखतींसाठी योग्य मायक्रोफोन

रेडिओ प्रक्षेपण किंवा ध्वनिमुद्रणासाठी जेव्हा वक्त्याच्या संभाषणाच्या समवेत सभागृहातील ध्वनिनिनाद (Reverberation) त्याचप्रमाणे श्रोतसमुदायाकडून मिळणारा प्रतिमाध



आकृती ७-३



आकृती ७-४

(प्रश्नसोमदार, तारीफ, वाहवा) वगैरे आवाज झेलणे जेव्हा इष्ट असते तेव्हा उच्च दर्जाच्या व वक्त्यापुढील बाजूवरून ध्वनिलहरींना (विशेषतः उच्च कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींना) अधिक संवेदनशील असलेल्या बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट असते. आकृती ७-३ पाहा. परंतु सभागृहातील आवाज व श्रोतसमुदायातील गोंगाट-गळबल्याचे आवाज झेलणे जेव्हा इष्ट नसते किंवा ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) निर्माण होण्याची जेव्हा शक्यता असते (उदाहरणार्थ, सभागृहातील मेजबानी, पाटर्चा वगैरे सभारभाच्या वेळी होणाऱ्या संभाषणाचे प्रसंग) तेव्हा एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. आकृती ७-४ पाहा.

दोन व्यक्ती एकमेकांच्या समोरामोर बसून संवाद करीत असतील तर द्विदिश (Bi-directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर अशा प्रसंगासाठी आदर्श समजला जातो. एक विशेष फायदा म्हणजे संभाषण करणाऱ्या एकमेकांसमोरील व्यक्तींना एकमेकांपासून योग्य अंतरावर मजेल बसता येते, दोघांना एकमेकांचे चेहरे दिसण्यात अडथळा येत नाही व आवश्यक तेव्हा प्रेक्षकांकडे पाहण्यातही अडचण येत नाही. शिवाय मायक्रोफोनची अशी स्थापना करता येते की त्याच्या पार्श्वबाजूवरून येणाऱ्या श्रोत्यांतील गोंगाट शळवल्याचे मायक्रोफोनमध्ये ग्रहण होऊ नये. संभाषण करणाऱ्या व्यक्तींना फक्त एक खबरदारी घ्यावी लागते आणि ती म्हणजे मायक्रोफोनच्या आवाज श्रेण्याच्या कक्षेबाहेर त्यांनी जाता कामा नये.



आकृती ७-५



आकृती ७-६

दोन व्यक्ती एकमेकांच्या समोरामोर बसण्याऐवजी एकमेकांच्या नजीक शेजारी बसलेल्या असतील (आकृती ७-६ पाहा) तर कधी कधी एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर करता येतो व सभागृहात विशेषतः ध्वनिनिगद (Reverberation) उदय होत असेल तर तो टाळता येतो.

एखाद्या व्यक्तीची मुलाखत घेतेवेळी सभोवतालचे वातावरण जर पातळ असेल तर बहुदिश ध्वनि ग्रहणपावता असलेला (Omni-directional) मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते (आकृती ७-७ पाहा) परंतु सभोवतालच्या गोंगाट-शळवल्याची पातळी जास्त असेल तर एकदिश ध्वनिग्रहण



आकृती ७-७



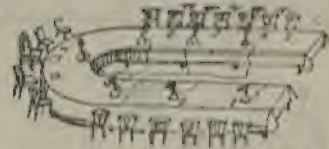
आकृती ७-८

पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. असा मायक्रोफोन मुलाखत देणाऱ्या व्यक्तीच्या नेहऱ्यापुढे योग्य अंतरावर धरला तर सभोवतालचे आवाज टाळून फक्त संभाषणाच्या ध्वनिलहरी दिपता येतात. आकृती ७-८ पाहा.

लहानशा गोलमेज परिषदेसाठी सामान्यतः बहुदिश (Omni directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन वापरला जातो. आकृती ७-९ पाहा. परंतु मोठ्या परिषदेसाठी सामान्यतः अनेक मायक्रोफोन्स वापरणे इष्ट असते. आकृती ७-१० पाहा. अशी व्यवस्था केली म्हणजे



आकृती ७-९



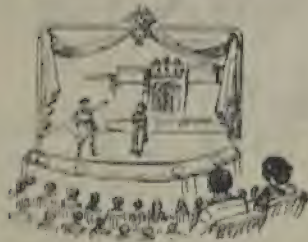
आकृती ७-१०

संभाषण करणाऱ्या निरनिराळ्या प्रत्येक व्यक्ती व मायक्रोफोन ह्यामध्ये कमी अंतर ठेवता येते. सामान्यतः एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन्सचाच वापर ह्यासाठी केला जातो.

अनेक मायक्रोफोन्स वापरण्यात मात्र अडचणी येतात. सर्व मायक्रोफोन्स काटेकोरपणे समान संवेदनशीलतेचे असल्याशिवाय एकाच ॲम्प्लिफायरशी त्यांची जोडणी करणे व एकाच व्हॉल्यूम कंट्रोलच्या सहाय्याने त्या सर्वांची ध्वनिपातळी नियंत्रित करणे सामान्यतः शक्य नसते. कारण एखादा मायक्रोफोन जरी जास्त संवेदनशील असेल तरी आवाजाची पातळी मर्यादिबाहेर वाढल्यामुळे सभागृहात ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असते. ह्या अडचणीवर एक तोडगा म्हणजे प्रत्येक मायक्रोफोनचा आवाज नियंत्रित करण्यासाठी स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोल वापरून ध्वनिप्रतिपुष्टीवर नियंत्रण ठेवणे. दुसरा तोडगा म्हणजे प्रत्येक मायक्रोफोन एका वेळी एकच असा फक्त गरजेनुसार वापरला जाईल अशी त्याम व्यवस्था करणे.

नाटकाचे कार्यक्रमालाठी योग्य मायक्रोफोन

नाट्यगृहात स्टेजच्या फूटलाईटपाशी बसविलेले मायक्रोफोन्स एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे असतात. त्यामुळे नाट्यगृहातील गोंगाट गलबल्यास किंवा नाट्यगृहातील दुमदुमणाऱ्या ध्वनिनिनादास अशा मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद मिळत नाही आणि साहाय्यिकच त्यामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टीचे संकटही निर्माण होत नाही, परंतु स्टेजवर काम करणाऱ्या नटांना मात्र स्वरपणे स्टेजवर हिडता फिरता येऊनही त्यांचे आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे टिपले जातात. स्टेजच्या विंगमध्ये बसविलेले मायक्रोफोन्स मात्र उत्तम दर्जाचे बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे मायक्रोफोन्स असतात. त्याचप्रमाणे "साऊंड इन्फेक्ट" साठी स्टेजच्या मागील बाजूवर वापरलेले



आकृती ७-११

मायक्रोफोन्सही सामान्यतः बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे असतात. आकृती ७-११ पाहा.

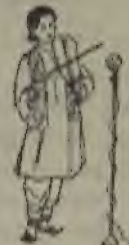
वाद्य कलाकार, वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमासाठी योग्य मायक्रोफोन

वाद्य कलाकारांच्या कार्यक्रमासाठी एक अगदी साधी व्यवस्था म्हणजे कन्दाकाराजवळ बरीच वाजूस यास्य जातो एखादा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन टांगता ठेवणे. आकृती ७-१२ पाहा.



आकृती ७-१२

परंतु सभागृहामध्ये जर ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असेल तर मात्र एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. असा मायक्रोफोन कलाकारापुढे उभा करता येतो. आकृती ७-१३ पाहा.



आकृती ७-१३



आकृती ७-१४

वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमासाठी वाद्य कलाकारांच्या नजीक बर वाजूस एखादा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन टांगता ठेवण्याची व्यवस्था करता येते. परंतु सभागृहात ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असेल तर गोंडाकार बसलेल्या वाद्य कलाकारांमोर संबेदनशील असा एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन बसविण्याव्यतिरिक्त गत्यंतर नसते. आकृती ७-१४ पाहा.

संरोधनाची जुळवणी (Impedance Matching)

विद्युतशास्त्रातील एका महत्त्वाच्या नियमाप्रमाणे विद्युतशक्तीचे एका विद्युत मंडलातून दुसऱ्या विद्युत मंडलाकडे संपूर्ण स्थळांतर करण्याच्या उद्देशाने दोन विद्युत मंडलांची जोडणी करावयाची असेल तर दोन विद्युत मंडलांचे संरोधन (Impedance) समान असणे अत्यावश्यक असते. हा नियम मायक्रोफोन व अॅम्प्लिफायर ह्यांच्या जोडणीचे बाबतीतही लागू पडतो. मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत व्होल्टाचा अपेक्ष्य न होऊ देता त्याची अॅम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी करावयाची असल्यास मायक्रोफोनचे संरोधन अॅम्प्लिफायर विभागाच्या/मिक्सर विभागाच्या पूर्वे-जोडणी मंडलाच्या संरोधनाइतके असणे आवश्यक असते. ते नसेल तर मायक्रोफोनचे कार्य नीट होणार नाही. उदाहरणार्थ, कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोनची जोडणी जर जास्त संरोधनाच्या अॅम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वेजोडणी मंडलाची केली तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींचा अॅम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वेविभागाशी बऱ्याच कमी प्रमाणात विद्युतदाब संबंधित केला जातो

व त्यामुळे त्यांच्या प्रबंधनात घट होते. उलट पक्षी, जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोनची जोडणी जर कमी संरोधनाच्या अॅम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी मंडलाशी केली तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींना अॅम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी विभागाच्या कमी संरोधनामुळे एक प्रकारे संक्षिप्त मंडल (Short Circuit) निर्माण होऊन विद्युत लहरींचे योग्य स्थलांतर तर होत नाहीच, परंतु त्यांचा दर्जाही बराच खालवतो.

दोन विभिन्न संरोधनांच्या जोडणीसाठी योग्य व जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा उपयोग केला जातो. ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलच्या वेड्यांची संख्या जेव्हा प्राथमरी कॉइलच्या वेड्यांच्या संख्येपेक्षा जास्त असते तेव्हा सेकंडरी कॉइलमध्ये प्राथमरी कॉइलच्या दृष्टीने जास्त विद्युतदाब परंतु कमी विद्युत प्रवाह प्रवर्तित होतो, म्हणजेच सेकंडरी कॉइलचे संरोधन जास्त असते. उलट पक्षी, सेकंडरी कॉइलच्या वेड्यांची संख्या प्राथमरी कॉइलच्या वेड्यांच्या संख्येपेक्षा कमी असते तेव्हा प्राथमरी कॉइलच्या दृष्टीने सेकंडरी कॉइलमध्ये कमी विद्युतदाब व जास्त विद्युतप्रवाह प्रवर्तित होतो, म्हणजेच सेकंडरी कॉइलचे संरोधन कमी असते. तात्पर्य, एका विद्युत मंडलाचे संरोधन दुसऱ्या विद्युत मंडलाशी जुळेसे करण्यासाठी ट्रॅन्सफॉर्मर एक फार सोयीस्कर साधन असते. दोन विभिन्न संरोधनांच्या जुळवणीसाठी योग्य व जुळेशा अशा ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी व सेकंडरी कॉइलच्या वेड्यांचे गुणोत्तर खालील सूत्राने काढता येते :—

$$\frac{\text{प्राथमरी कॉइलच्या वेड्यांची संख्या}}{\text{सेकंडरी कॉइलच्या वेड्यांची संख्या (Turns Ratio)}} = \sqrt{\frac{\text{प्राथमरी कॉइलचे संरोधन}}{\text{सेकंडरी कॉइलचे संरोधन}}}$$

मायक्रोफोनचे संरोधन व अॅम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन जेव्हा विभिन्न असते तेव्हा मायक्रोफोन व अॅम्प्लिफायर/मिक्सरची जोडणी करण्यासाठी जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा (Matching transformer) वापर करणे आवश्यक असते.

मायक्रोफोन-अॅम्प्लिफायर जोडणीतील अंतर

मायक्रोफोनच्या संरोधनाची निवड एका दृष्टीने मायक्रोफोन व अॅम्प्लिफायर ह्यामध्ये किती अंतर आहे, म्हणजे जोडणी किती लांबीची आहे ह्यावर अवलंबून असते.

कमी संरोधनाच्या म्हणजे ५० ओहम किंवा त्यापेक्षा कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सचा एक तोटा म्हणजे मायक्रोफोन जर अॅम्प्लिफायरपासून लांब अंतरावर (सुमारे १०० फूटापेक्षा जास्त अंतरावर) असेल तर मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न झालेल्या विद्युतलहरींचा अपव्यय (loss) होतो. असा अपव्यय टाळण्यासाठी जास्तीत जास्त जोड तारेचा वापर केलेली केबल वापरणे आवश्यक असते. दुसरा एक तोटा म्हणजे केबलमध्ये चुंबकीय प्रवर्तनाचे (Magnetic Induction) निर्माण झालेल्या विद्युतलहरींचा बराच उपद्रव होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे अशी केबल इलेक्ट्रिक मोटारी, ट्रॅन्सफॉर्मर्स आदी करून विद्युत उपकरणांपासून अलिप्त ठेवावी लागते. नाही तर केबलमध्ये ह्या उपकरणांच्या चलत चुंबकीय क्षेत्रांमुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरी (Hum) प्रवर्तित होण्याचा धोका असतो. कमी अंतरावरील जोडणीसाठी मात्र कमी संरोधनाचा मायक्रोफोन किफायतशीर असतो कारण अशा जोडणीसाठी गुंफण केलेल्या जोडतारा असलेल्या चिलचिली केबलपैकी (Twin-twisted shielded cable) साधी गुंफण न केलेली जोडतार वापरणे शक्य असते.

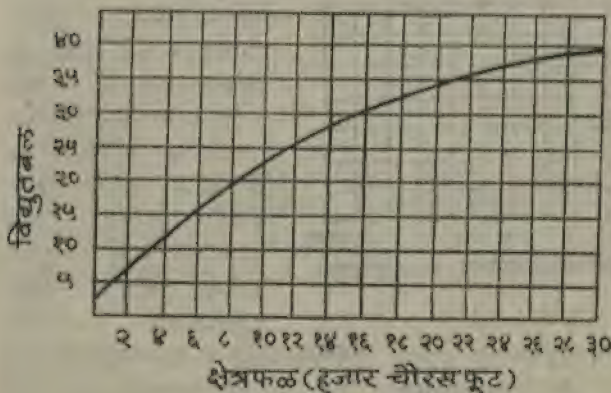
जास्त संरोधनाच्या म्हणजे १०,००० ओहम किंवा त्यापेक्षा जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सचा एक तोटा म्हणजे अॅम्प्लिफायर व मायक्रोफोन ह्यामध्ये जास्त अंतर (म्हणजे २० ते ३० फूटापेक्षा जास्त अंतर) असेल तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींच्या द्रुत कंपनसंख्येच्या लहरींचा केबलच्या

प्रारणक्षमतामुळे (Capacitance) लोप होण्याचा संभव असतो. दुसरा एक मोठा म्हणजे अशा. केबलमध्ये टप्पूब लाईट, न्यूऑन जाहिराती बगैरेसारख्या विद्युत साधनांपासून बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युत खरखराटाच्या लहरी (Noise) झेलल्या जाऊन त्यांचा उपद्रव होण्याची फार शक्यता असते. कमी अंतरावरील जोडणीसाठी (म्हणजे २० ते ३० फूटांपर्यंत जोडणीसाठी) मध्यवर्ती एक प्रवाहवाहक तार असलेली निलखती केबल (Single shielded cable) वापरता येते.

१२५, १५०, २५०, ५०० किवा ६०० ओहम संरोधनाचे मायक्रोफोन्स मध्यम संरोधनाचे किवा इंग्रजीत ज्यांना "लाइन इंपिडन्स" मायक्रोफोन्स म्हणतात अशा वर्गात जमा होतात. अशा मायक्रोफोन्सचे वाचवीत कमी किंवा जास्त संरोधनाविषयीच्या ज्या मर्यादा बर निर्देशित केल्या आहेत त्या लागू पडत नाहीत. ॲम्प्लिफायरपासून हजारो फूट अंतरावर अशा मायक्रोफोन्सची जोडणी करता येते. विद्युतलहरींचा अपव्यय कमी प्रमाणात होण्यासाठी अशा जोडणीकरता मात्र उत्तम दर्जाची गुंफण केलेले चिळखती केबल (twin-twisted shielded cable) वापरणे इष्ट असते.

ॲम्प्लिफायर विभागाची निवड व स्थापना योग्य विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची निवड

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची प्रत्यक्ष उभारणी करण्यापूर्वी विवक्षित स्वळी आवाज आवश्यक तेवढ्या उच्च पातळीपर्यंत प्रवर्धित करू शकेल अशा योग्य विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची निवड करणे अत्यावश्यक असते. ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल ठरविताना विशिष्ट स्वळी गोंगाट गलबला किती प्रमाणात असेल ह्याचाही विचार करावा लागतो. ज्या ठिकाणी गोंगाट गलबला जास्त प्रमाणात असेल अशा ठिकाणी जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायर विभागाचा वापर करावा लागतो, कारण ॲम्प्लिफायर विभागात प्रवर्धित केलेल्या ध्वनिलहरींनी जर अशा गोंगाट गलबल्यावर मात केली तरच श्रोतृसमूहाला क्षेपित कार्यक्रम नोंदपणे ऐकू येणे शक्य होते. ॲम्प्लिफायर विभागासाठी आवश्यक असलेले विद्युतबल लाऊडस्पीकर्सच्या कार्यक्षमतेशीही (Loudspeaker efficiency) निगडित असते. लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता जितकी अधिक, तितके कितीतरी अधिक कमी विद्युतबल ॲम्प्लिफायर विभागासाठी पुरेसे होते.

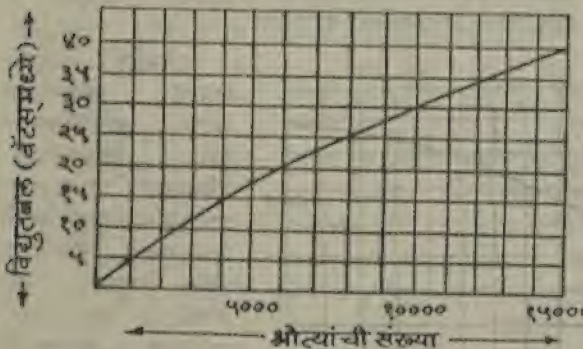


आकृती ७-१५

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या विशिष्ट कार्यक्रमासाठी किती विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरावा हा प्रश्न ध्वनितंत्रज्ञांपुढे नेहमी उभा राहतो. ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल किती असावे हे ज्या जागी ध्वनिक्षेपण करावयाचे असेल त्या जागेच्या व्याप्तीवर किंवा क्षेत्रफळावर अवलंबून असते. ध्वनिक्षेपण जेव्हा खुल्या जागी (Outdoor)

करावयाचे असते तेव्हा श्रोतुसमुदायाने व्यापलेल्या जागेच्या चौरस क्षेत्रफळावरून (Square area) अॅम्प्लिफायरचे विद्युतबल ठरविता येते. आकृती ७-१५ मध्ये श्रोतुसमुदायाने व्यापलेल्या जागेचे क्षेत्रफळ व अॅम्प्लिफायरचे आवश्यक विद्युतबल ह्यांचे नाते दर्शविणारा आलेख दिला आहे. श्रोतुसमुदायाने व्यापलेल्या जागेच्या क्षेत्रफळाचे अंजमामे गणित करून विशिष्ट स्थळी किती विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरला पाहिजे हे ह्या आलेखाच्या सहाय्याने ध्वनितंत्रज्ञास तात्काळ ठरविता येईल. उदाहरणार्थ, अशी कल्पना करा की, एखाद्या विशिष्ट स्थळी श्रोतुसमुदायाने व्यापलेल्या जागेची लांबी १०० फूट व रुंदी ८० फूट आहे. अशा जागेचे चौरस क्षेत्रफळ ८,००० चौरस फूट असल्याने अशा क्षेत्रफळासाठी २० वॉट विद्युतबलाच्या अॅम्प्लिफायरची गरज आहे हे आलेखावरून दिसून येईल. परंतु ह्या आलेखाचा उपयोग करताना सामान्यतः आलेखातील निर्देशित विद्युतबलापेक्षा सुमारे २० टक्के अधिक विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अशी थोडी माया (Margin) ठेवणे आवश्यक असते. कारण अॅम्प्लिफायर विभागाशी केलेल्या उपकरणांच्या जोडणीमध्ये (Coupling) होणाऱ्या विद्युतशक्तीच्या अपव्यमाची त्याचप्रमाणे काऊडस्पीकरच्या जोडतारांमध्ये सर्ची जाणाऱ्या विद्युतबलाची तूट भरून काढण्यासाठी अशी तरतूद करावी लागते. बरील उदाहरणात २० टक्के माया राखण्यासाठी २४ वॉट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरावा लागेल. परंतु २४ वॉट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर बाजारात मिळत नसल्याने त्याऐवजी बाजारात सामान्यतः उपलब्ध असलेल्या २५ वॉट विद्युतबलाच्या अॅम्प्लिफायरचा वापर करावा लागेल.

ध्वनिक्षेपण जेव्हा बंदित जागेमध्ये (Indoor) करावयाचे असते तेव्हा जागेच्या क्षेत्रफळाऐवजी सभागृहातील किंवा थिएटरमधील उपस्थित श्रोत्यांच्या संख्येवरून किंवा बैठकीच्या/ खुर्च्यांच्या संख्येवरून अॅम्प्लिफायरचे विद्युतबल ठरविले जाते. अर्थात हे ठरविताना सभागृहातील किंवा थिएटरमधील भिंती, पडदे, खुर्च्या किंवा इतर सजावटीमुळे ध्वनिलहरींचे काही प्रमाणात शोषण (absorption) होऊन त्या कमजोर होण्याची शक्यता असते त्याचा विचार करावा लागतो व त्यासाठी २० टक्के माया राखावी लागते. आकृती ७-१६ मध्ये १५,००० पर्यंत संख्येत उपस्थित असलेल्या श्रोतुसमुदायासाठी आवश्यक



आकृती ७-१६

असलेल्या अॅम्प्लिफायरच्या विद्युतबलासाठी आलेख दर्शविला आहे. ह्या आलेखाप्रमाणे १५,००० श्रोत्यांसाठी ४० वॉट विद्युतबलाचा, १०,००० श्रोत्यांसाठी ३० वॉट विद्युतबलाचा, ५,००० श्रोत्यांसाठी २० वॉट विद्युतबलाचा, १,००० ते ३,०००

श्रोत्यांसाठी १० वॅट विद्युतबलाचा व १,००० आणि त्यांपेक्षा कमी श्रोत्यांसाठी ५ वॅट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरणे आवश्यक असते.

श्रोत्यांची संख्या जर १५,००० पेक्षा जास्त, समजा, ३०,००० असेल तर ४० वॅट विद्युतबलाच्या दुप्पट म्हणजे ८० वॅट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अशा परिस्थितीत ८० वॅट च्या एका अॅम्प्लिफायरपेक्षा ४० वॅट विद्युतबलाचे दोन अॅम्प्लिफायर वापरले तर ध्वनिहारीचे श्रोतसमुदायात समान वितरण करणे सोयीचे होते.

हल्ली बंदिस्त जागी स्तंभाच्या लाऊडस्पीकर्सचा (Column loudspeakers) वापर बराच प्रचलित होऊ लागल्याने व त्यामानाने अधिक विद्युतबलाचा वापर केला जात असल्याने बर दिलेला जालेल अशा व्यवस्थांसाठी उपयुक्त होणार नाही. अशा व्यवस्थांसाठी एक स्थूल मोजमाप दाखवावे शक्यच असे म्हणता येईल की, ३०० बठकीच्या (Seatings) लहान सभागृहासाठी २० वॅट विद्युतबलाचा, ७०० बठकीच्या सभागृहासाठी ३० वॅट विद्युतबलाचा, १,००० किंवा अधिक बठकीच्या सभागृहासाठी ५० वॅट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अर्थात सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मावर (Acoustics) व सजवटीवर, त्याचप्रमाणे समोवतालच्या गोंगाट गलबत्याच्या पातळीवर अॅम्प्लिफायरचे आवश्यक विद्युतबल अवलंबून असते हे नेहमी लक्षात ठेवले पाहिजे. परंतु सभागृह किंवा संगिताच्या कार्यक्रमाच्या वेळी समोवतालचे वातावरण जर एकंदरीत शांत असेल तर विद्युतबलाविषयीचे बर दिलेले आकडे बिनचूक ठरतील अशी तज्ज्ञांची ह्या बाबतीत अटकळ आहे.

स्थूला जागी उभारलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांसाठीही अशा प्रकारचे स्थूल आकडे देता येतील. अशा स्थळी वापरल्या जाणाऱ्या "प्रेसर युनिट्स" च्या एकूण संख्येवरून अॅम्प्लिफायरचे विद्युतबल स्थूलमानाने ठरविता येते. प्रत्येक "प्रेसर युनिट" साठी ८ ते १० वॅट विद्युतबल ह्या हिशेबाप्रमाणे विनिश्चित स्थळी जर ४ प्रेशर युनिट्स वापरलेली असतील तर ३० ते ४० वॅट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर पुरेसा असतो. ४ प्रेशर युनिट्सच्या साह्यामाने १५,००० श्रोत्यांपात्रे समाधानकारक ध्वनिवितरण करता येते.

समोवतालचा गोंगाट गलबला (Background Noise)

विनिश्चित स्थळी गोंगाट गलबत्यामुळे निर्माण होणारी परिस्थिती फार चमत्कारिक व फसवी असते. वातावरण शांत असताना विवक्षित विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर जरी समाधानकारक कार्य देत असला तरी अनपेक्षित आणि दुर्लक्षित स्वरूपाचा गोंगाट गलबला निर्माण झाला तर सारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था संपूर्णपणे कोलमडून कुचकामाची ठरण्याचा संभव असतो. अशा प्रकारचा अनपेक्षित गोंगाट गलबला जवळपासच्या कारखान्यात, जवळपासच्या विमानतळावर किंवा नजीकच्या रेल्वेगाडीत किंवा प्रत्यक्ष श्रोतसमुदायातच निर्माण होण्याची शक्यता कित्येकदा असते. परंतु ध्वनितंत्रज्ञाने मात्र जेव्हा अॅम्प्लिफायरच्या विद्युतबलाविषयीचा अंदाज घेतलेला असतो त्यावेळी अशा गोंगाट गलबला सगल्याने त्याच ह्या बाबतीत केलेले गणित मजगतेच कुकून विकट परिस्थिती निर्माण होण्याचा संभव असतो. धूने व दूरदर्शी ध्वनितंत्रज्ञाने अशा अनपेक्षित व दुर्लक्षित घटनांची शक्यता मनात बाळगून योग्य व अधिक विद्युतबलाच्या अॅम्प्लिफायरची प्रायःच तरतूद करून ठेवली पाहिजे.

गोंगाट गलबत्याच्या पातळीचे मूल्यमापन

गोंगाट गलबत्याच्या पातळीचे अचूक मूल्यमापन करण्यासाठी "साऊंड लेव्हल मीटर" (Sound level meter) हे उपकरण वापरले जाते. परंतु साध्या श्रवण परीक्षेने (Listening test)

मुद्धा असे मूल्यमापन स्वल्पमानाने करण शक्य असते. ज्यास्थली गोंगाट गलबल्याच्या पातळीचे मूल्यमापन करावयाचे अशा स्थली दुसऱ्या एखाद्या व्यक्तिसमवेत संभाषण करण्याचा प्रयत्न करावा. ह्या व्यक्तित्वा नजीक जाऊन संभाषण केल्याशिवाय अगर सामान्यतः संभाषण करताना आवाजाची जी पातळी वापरली जाते त्या पातळीपेक्षा आवाज काहीसा चढवून संभाषण केल्याशिवाय बोलणे स्पष्टपणे समजू शकत नसेल तर ॲम्प्लिफायरसाठी दुप्पट विद्युतबलाचा वापर करण्याची किंवा पर्यायी अशा परिस्थितीत पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केलेल्या कमी पातळीवरील ध्वनिवितरण तंत्राचा (Low-level sound distribution) वापर करण्याची आवश्यकता दर्शविली जाते. एखाद्या स्थली व्यक्तित्वा नजीक जाऊन संभाषण करण्याची आणि त्याचबरोबर आवाज चढवून संभाषण करण्याची परिस्थिती निर्माण होत असेल तर अशा गोंगाट गलबल्यावर मात करण्यासाठी बऱ्याच जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरचा वापर अशा स्थली करावा लागेल.

लाऊडस्पीकर्सची जोडणी व संरोधनाची जुळवणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आणि उभारणी करताना खालील गोष्टी ध्यानात घ्याव्या लागतात :—

(१) योग्य प्रकारच्या लाऊडस्पीकरची निवड.

(२) लाऊडस्पीकरच्या उभारणीसाठी योग्य स्थळाची निवड.

(३) श्रोतसमुदायात ध्वनिवितरण किंवा आवाजाचे वाटप नीटपणे होण्यासाठी लाऊडस्पीकर्सची श्रोतसमुदायामध्ये योग्य विभागणी.

(४) लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करताना संरोधनाची योग्य जुळवणी (Impedance Matching) व विवक्षित स्थळाच्या गरजेनुसार योग्य विद्युतबलाच्या लाऊडस्पीकरची निवड.

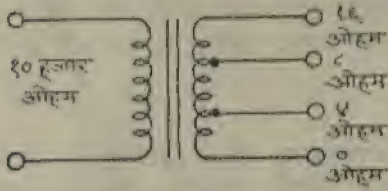
वरील पैकी (१), (२) आणि (३) ह्या गोष्टीविषयीचे विवेचन पुढील प्रकरणात केले आहे, कारण लाऊडस्पीकरच्या उभारणीचा प्रश्न इतका व्यापक आहे की त्याच्या अनुसंधानाने ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic Feedback), ध्वनिनिनाद (Reverberation), कालामानातील अंतर (Time lag), ध्वनिपरावर्तन (Reflection), लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (Phasing) आदि तांत्रिक समस्यांचा विचार करावा लागतो आणि त्या दृष्टीने ह्याविषयीचे विवेचन स्वतःच प्रकरणात हाताळणेच योग्य ठरेल. ह्या प्रकरणात योग्य लाऊडस्पीकरची निवड, जोडणी व संरोधनाची जुळवणी ह्याविषयीचे विवेचन करण्याचे योजिले आहे.

पुर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे, मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या विद्युत लहरींचे ॲम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धन झाल्यानंतर पुन्हा ध्वनिलहरींमध्ये रूपांतर करण्यासाठी त्यांची जेव्हा लाऊडस्पीकर्सकडे रवानगी केली जाते तेव्हा विद्युतबलाचा अपव्यय (Loss) न होता त्यांचे योग्य स्थळांतर होणे महत्त्वाचे असते व त्यासाठी ॲम्प्लिफायर व लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करणेबद्दी त्यांच्या परस्पर संरोधनाची जुळवणी करणे आवश्यक असते. शिवाय जोडतारा जर बऱ्याच लांबीच्या असतील तर प्रकरण ६ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे त्यांच्या विद्युत विरोधाचे (Resistance) व धारणशक्तिचे (Capacitance) परिणामही लक्षात घ्यावे लागतात.

आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर

ॲम्प्लिफायर विभागातील ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्टेजच्या प्लेट मंडलाच्या संरोधनाची लाऊडस्पीकर व्हॉल्टेज कॉइलच्या संरोधनाशी योग्य जुळवणी होण्यासाठी जुळेसा असा ट्रॅन्सफॉर्मर वापरला

जातो. ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्टेजच्या प्लेट मंडळाचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉइलच्या संरोधनापेक्षा त्यामानाने बऱ्याच जास्त प्रमाणात असते. अशा दोन विभिन्न संरोधनाची जुळवणी करण्यासाठी प्रकरण ७ मध्ये विवेचन केल्या-



आकृती ७-१३

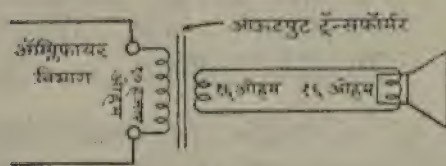
संरोधनांचे धागे काढलेले असतात. आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलशी जोडणी करताना योग्य धाग्यांची निवड करता येते. याविषयी विवेचन पुढे केले आहे.

श्रवनिबोधन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना लाऊडस्पीकर्स अॅम्प्लिफायरपासून कित्येकदा नजीक अंतरावर तर कित्येकदा अॅम्प्लिफायरपासून बऱ्याच दूर अंतरावर उभारण्याचे प्रसंग येतात. सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर्स अॅम्प्लिफायरपासून नजीक अंतरावर म्हणजे २०० फूटांच्या आत असतील तर जोडतारच्या विद्युतविरोध किंवा धारणशक्तीबाबत काही समस्या निर्माण होत नाहीत. परंतु जेव्हा लाऊडस्पीकर्सची उभारणी अॅम्प्लिफायरपासून २०० फूट किंवा त्यापेक्षा बऱ्याच जास्त अंतरावर करण्याचे प्रसंग येतात, तेव्हा बरीच समस्या विचारात घ्याव्या लागतात. ह्या प्रकरणात प्रथम २०० फूटांपेक्षा नजिक अंतरावरील लाऊडस्पीकर्स जोडणीविषयीचे आणि नंतर २०० फूटांपेक्षा अधिक दूर अंतरावरील जोडणीविषयीचे विवेचन केले आहे.

अॅम्प्लिफायरपासून नजीक अंतरावर लाऊडस्पीकर्सची जोडणी

लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉइलची आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलशी जोडणी करताना संरोधनाची योग्य जुळवणी होण्यासाठी कित्येकदा विविध लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉइलची परस्परांशी जोडणी एकसरी (Series), समांतर (Parallel) किंवा एकसरी-समांतर अशा मिश्र पद्धतीने केली जाते. ह्या जोडणीमागील मूलभूत तत्वे स्पष्ट करण्यासाठी काही विविध व्यावहारिक उदाहरणे पुढील काही परिच्छेदांमध्ये दिलेली आहेत.

आकृती ७-१८ मध्ये १६ ओहम व्हॉईस कॉइल जोडणी अॅम्प्लिफायरची केली असल्याचे दर्शविले

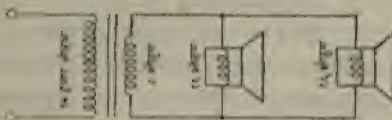


आकृती ७-१८

संरोधनाच्या एकाच लाऊडस्पीकरची आहे. ही जोडणी करताना आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याची निवड केली आहे. आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी कॉइलच्या संरोधनाची जुळवणी ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्टेजच्या प्लेट मंडळाच्या संरोधनाशी होणे आवश्यक असते आणि ह्या दृष्टीने योग्य आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरची निवड केलेली

असते. वरील उदाहरणात आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी कॉईलचे संरोधन १० ओहम असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या उदाहरणात लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे संरोधन १६ ओहमऐवजी जर ८ ओहम असते तर सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याची लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलशी जोडणी करण्यासाठी निवड केली असती. लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे संरोधन जर ४ ओहम असते तर सेकंडरी कॉईलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याची लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडणी केली असती.

आकृती ७-१९ मध्ये १६ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधनाच्या दोन लाऊडस्पीकर्सची समांतर

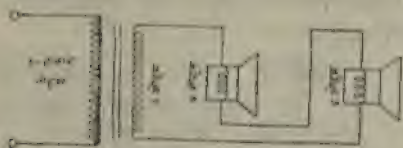


आकृती ७-१९

अशा सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केलेली आहे.

वरील उदाहरणात समांतर जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्स व्हॉईस कॉईलमधे संरोधन जर प्रत्येकी ८ ओहम असते तर दोन लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन ४ ओहम असल्याने सेकंडरी कॉईलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केली असती. लाऊडस्पीकर्स व्हॉईस कॉईलमधे संरोधन जर प्रत्येकी ४ ओहम असते तर दोन लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन २ ओहम असल्याने व सेकंडरी कॉईलवर २ ओहम संरोधनाचा किंवा २ ओहमच्या जवळपासच्या संरोधनाचा धागा नसल्याने लाऊडस्पीकर्सची समांतर जोडणी करणे सोयीचे झाले नसते व तांत्रिक दृष्ट्या अशी समांतर जोडणी टाळण्यात आली असती.

समांतर जोडणीप्रमाणे लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलची जोडणी कित्येकदा एकसरी (Series)

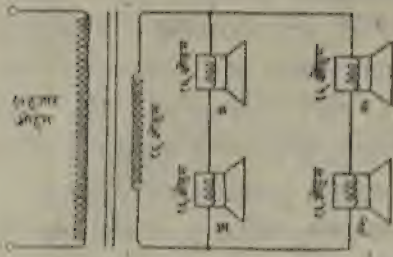


आकृती ७-२०

पद्धतीनेही करता येते. उदाहरणार्थ, प्रत्येकी ४ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सची एकसरी जोडणी केल्यास त्यांचे एकत्रित संरोधन ८ ओहमइतके असल्याने अशा एकसरी जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आकृती ७-२० मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी करणे शक्य असते.

वरील उदाहरणात एकसरी जोडणी केलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलचे संरोधन प्रत्येकी ८ ओहम असते तर त्यांचे एकत्रित संरोधन १६ ओहम असल्याने सेकंडरी कॉईलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केली असती.

आकृती ७-२१ मध्ये प्रत्येकी १६ ओहम व्हॉईस कॉइल संरोधन असलेले चार लाऊडस्पीकर्स-



आकृती ७-२१

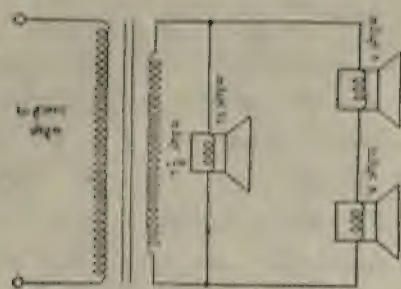
आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉइलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे.

बरील मिश्र जोडणीच्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉइलचे संरोधन जर ८ ओहम असते तर चार लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉइलचे एकत्रित संरोधन ८ ओहम असल्याने त्यांची जोडणी सेकंडरी कॉइलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केली असती. त्याचप्रमाणे प्रत्येक लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉइलचे संरोधन जर ४ ओहम असते तर चार लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉइलचे एकत्रित संरोधन ४ ओहम असल्याने त्यांची जोडणी सेकंडरी कॉइलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केली असती.

बरील विवेचनावरून एक तत्त्व ध्वनि तंत्रज्ञाच्या सहज लक्षात आलेले असेल आणि ते म्हणजे विविध लाऊडस्पीकर्सची जोडणी एकसरी, समांतर किंवा मिश्र अशा कोणत्याही पद्धतीने केलेली असो, त्यांची आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरशी जोडणी करताना त्यांच्या एकत्रित संरोधनाइतके संरोधन असलेल्या सेकंडरी कॉइलच्या योग्य धाग्याशी त्यांची जोडणी केली म्हणजे संरोधनाच्या जुळवणीचे (Impedance Matching) उद्दिष्ट साध्य होते. लाऊडस्पीकर्सच्या एकसरी, समांतर व मिश्र जोडणीची साधी व सोपी उदाहरणे वर दिली आहेत. अशा विविध प्रकारच्या जोडणीच्या बाबतीत त्यांच्या एकत्रित संरोधनाचे गणित कसे करावे हे विद्युतशास्त्रातील नियमानुसार ध्वनि तंत्रज्ञास अवगत असेल असे येथे गृहीत धरले आहे.

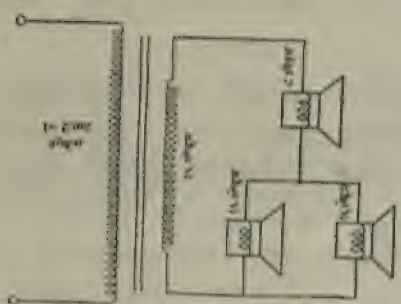
असमान संरोधनांच्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी

बरील विवेचनात एकसरी, समांतर आणि मिश्र जोडणीची जी उदाहरणे दिलेली आहेत त्यात संपात व्हॉईस कॉइल संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स बापरलेले असल्याचे दर्शविले आहे. परंतु अशा जोडणीमध्ये कित्येकदा असमान व्हॉईस कॉइल संरोधन असलेले लाऊडस्पीकर्सदेखील बापरले जातात.



आकृती ३-२२

आकृती ३-२२ मध्ये दोन ४ ओहम संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स एकमेकांशी एकसरी पद्धतीने परंतु १६ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरशी समांतर पद्धतीने जोडलेले असल्याचे दर्शविले आहे. त्यांचे एकूण संरोधन $4 \times \frac{1}{2}$ ओहम असल्याने त्यांची जोडणी अजुटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरीच्या ४ ओहम (म्हणजे त्यातल्यात्यात जवळपासचे संरोधन असलेल्या) धाग्याशी केली पाहिजे.



आकृती ३-२३

आकृती ३-२३ मध्ये दोन १६ ओहम संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स एकमेकांशी समांतर पद्धतीने व ८ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरशी एकसरी पद्धतीने जोडलेले असल्याचे दर्शविले आहे. त्यांचे एकूण संरोधन १६ ओहम इतके असल्याने त्यांची जोडणी अजुटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे.

लाऊडस्पीकर्सच्या एकसरी व समांतर जोडणीत विद्युतबलाचे वाटप एकसरी जोडणी (Series connection)

दोन समान संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर्सची जर एकसरी जोडणी केली तर अशा दोन लाऊडस्पीकर्समध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होते. उदाहरणार्थ, दोन ८ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरांची एकसरी जोडणी केलेली असेल तर त्या दोन्हीमध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होईल, परंतु अशा एकसरी जोडणीत लाऊडस्पीकर्सच्या कॉइलसचे संरोधन असमान असेल, उदाहरणार्थ समजा, एका लाऊडस्पीकरचे संरोधन ८ ओहम व दुसऱ्याचे १६ ओहम असेल, तर १६ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरला ८ ओहम संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरपेक्षा दुप्पट विद्युतबल मिळेल.

समांतर जोडणी (Parallel connection)

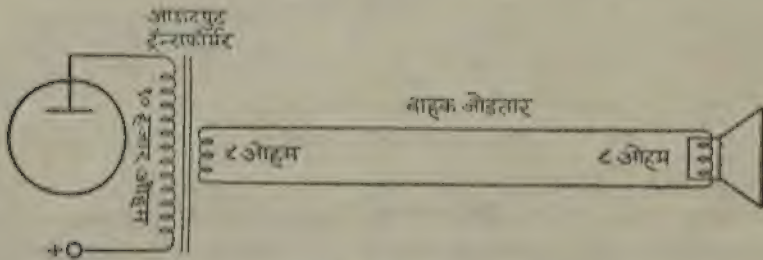
दोन समान संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर्सची जर समांतर जोडणी केली तर अशा दोन लाऊडस्पीकर्समध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होते. उदाहरणार्थ, दोन ८ ओहम संरोधनाच्या

लाऊइम्पीकसंची समांतर जोडणी केली तर ह्या दोन्हीमध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होईल. परंतु समांतर जोडणीत दोन लाऊइम्पीकसंचे संरोधन जर असमान असेल, उदाहरणार्थ, समजा, एका लाऊइम्पीकसचे संरोधन ८ ओहम व दुसऱ्याचे १६ ओहम असेल तर ८ ओहम व्हॉईस कॉर्डल संरोधनाच्या लाऊइम्पीकरला १६ ओहम व्हॉईस कॉर्डल संरोधनाच्या लाऊइम्पीकरपेक्षा द्वुपट विद्युतबल मिळेल.

ॲम्प्लिफायरपासून दूर अंतरावर लाऊइम्पीकसंची जोडणी

लाऊइम्पीकसंची जोडणी ॲम्प्लिफायरपासून २०० फूट किंवा अधिक अंतरावर करण्याचे प्रसंग एवढेवर्धन व वितरण व्यवस्थेत बारंबार येतात. अशी दूर अंतरावरील जोडणी करताना संरोधनाच्या जुळवणीव्यतिरिक्त इतरही अनेक तांत्रिक समस्या निर्माण होत असल्याने अशा जोडणीविषयीचे सविस्तर विवेचन येथे करणे अत्यावश्यक वाटते.

लाऊइम्पीकसंची ॲम्प्लिफायरपासून जेव्हा दूर अंतरावर उभारणी करण्याचा प्रसंग येतो तेव्हा एक तांत्रिक मुद्दा उपस्थित होतो तो म्हणजे अशा परिस्थितीत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर लाऊइम्पीकर समवेत दूर अंतरावर बसवावा की नेहमीप्रमाणे ॲम्प्लिफायर बाबीसबरच तो बसवावा? ह्या दोन्ही तांत्रिक पद्धतींचे विवेचन करण्यासाठी १० हजार ओहम प्राथमरी कॉर्डल संरोधन व ८ ओहम सेकंडरी कॉर्डल संरोधन असलेल्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरचे उदाहरण पुन्हा घेण्यास हरकत नाही. अशा ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये प्राथमरी कॉर्डलचे संरोधन ॲम्प्लिफायरमधील ॲंढिओ आऊटपुट व्हॉल्टाच्या प्लेट मंडळाच्या संरोधनाशी जुळते व सेकंडरी कॉर्डलचे संरोधन लाऊइम्पीकर व्हॉईस कॉर्डलच्या संरोधनाशी जुळते आहे अशी कल्पना करा. अशा परिस्थितीत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर नेहमीप्रमाणे ॲम्प्लिफायर

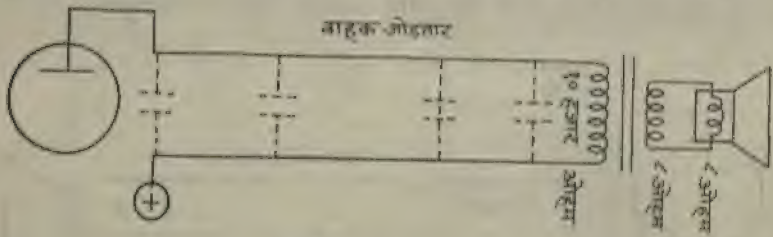


आकृती ७-२४

बाबीसवर ठेवता येईल व आकृती ७-२४ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे नेहमीच्या पद्धतीने वाहक जोडतारच्या साहाय्याने त्याची लाऊइम्पीकरशी जोडणी करता येईल. ह्या जोडणीत जोडतारा एका बाजूने आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉर्डलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या घाण्याशी व दुसऱ्या बाजूने ८ ओहम संरोधनाच्या लाऊइम्पीकर व्हॉईस कॉर्डलशी जोडलेल्या असल्याचे दर्शविले आहे. अशा जोडतारला "८ ओहम-संरोधनाची" किंवा "कमी संरोधनाची जोडतार" (low-impedance line) असे म्हणतात. वस्तुतः अशा जोडतारेत काही काळ असे निश्चितच नसते, कोणत्याही दोन साध्या तारा ह्यासाठी चालू शकतात. त्यांचे निर्देशित असे विशिष्ट संरोधनही नसते. अशा जोडतारांना "८ ओहम संरोधनाची किंवा कमी संरोधनाची जोडतार" म्हणण्याचे कारण एवढेच की एका बाजूने त्यांची ८ ओहम संरोधनाच्या सेकंडरी कॉर्डलशी व दुसऱ्या बाजूने ८ ओहम संरोधनाच्या लाऊइम्पीकर व्हॉईस कॉर्डलशी जोडणी केलेली आहे.

अशा जोडणीत जोडतारेची लांबी जास्त नसेल तर काहीही बिकट समस्या निर्माण होत नाहीत. परंतु अशी कल्पना करा की, जोडतारेची लांबी ३००० फूट आहे. अशा जोडतारेसाठी २० गेज जाडीची जोडतार वापरली तर तिचा विद्युत विरोध ६० ओहम असतो. बरील उदाहरणात लाऊड-स्पीकर कॉईस कॉईलचे संरोधन फक्त ८ ओहम असल्याने ह्या जोडतारेतून वाहणाऱ्या श्राव्य विद्युत लहरीच्या बऱ्याच विद्युतबलाचा जोडतारेमध्ये अपव्यय होऊन १२ टक्के पेक्षाही कमी विद्युतबल लाऊडस्पीकरसाठी शिल्लक राहील. २० गेजऐवजी अधिक जाडीची १२ गेजची तार अशा परिस्थितीत वापरली तर तिचा विद्युत विरोध बरील उदाहरणात सुमारे १० ओहम इतकाच असल्यामुळे जोडतारेमध्ये ५० टक्केपेक्षा जास्त विद्युतबलाचा अपव्यय होऊन ५० टक्केपेक्षा कमी विद्युतबल लाऊड-स्पीकरसाठी शिल्लक राहील. विद्युतबलाचा जोडतारेतील अपव्यय जर १० टक्क्यांच्या मर्यादित देवाबयाचा असेल तर शून्य गेजची तार वापरावी लागेल. परंतु शून्य गेज तारेचा व्यास जवळजवळ $\frac{1}{8}$ इंच असल्यामुळे अशी तार वापरणे अव्यवहार्य ठरते. वरीलच म्हणजे अधिकाधिक जाड तारेचा वापर करून बरील समस्या पूर्णपणे सुटण्यासारखी नसते व त्यातल्यात्यात जास्त जाडीची जोडतार वापरून तडजोडीचा भाग काढावा लागतो.

बरील पद्धतीच्या जोडणीऐवजी अशी कल्पना करा की, आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर ऑम्प्लिफायरच्या बासीसवर न बसविता तो लाऊडस्पीकर समवेत बसविलेला आहे. आकृति ७-२५ पाहा. अशा जोडणीत वाहक जोडतारेची एक बाजू ऑडिओ आऊटपुट कॉइलच्या प्लेट मंडलाशी व दुसरी बाजू आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या १० हजार ओहम संरोधनाच्या प्रायमरी कॉइलच्या वन विद्युत पुरवठ्याशी

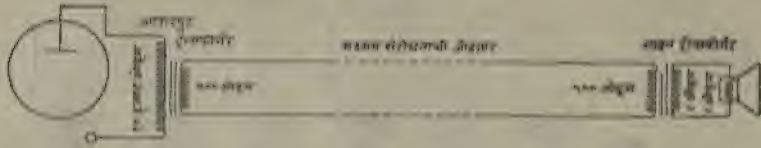


आकृति ७-२५

जोडलेली दर्शविली आहे. अशा वाहक जोडतारेस "१० हजार संरोधनाची किंवा जास्त संरोधनाची जोडतार" (High impedance line) म्हणतात. १० हजार ओहम संरोधनाच्या दृष्टीने २० गेज जोडतारेचा ६० ओहम विद्युतविरोध असदीच कमी असल्याने मागील उदाहरणातील जोडणीप्रमाणे विद्युतबलाच्या अपव्ययाची (loss) समस्या अशा जोडणीत उभ नसते. परंतु ह्या जोडणीत जोडतारेच्या धारणशक्तीमुळे दुसरीच एक समस्या निर्माण होते. आकृति ७-२५ मध्ये ठिपक्यांच्या रेषांनी दर्शविलेले कॅपेसिटं पाहा. जोडतारेमधील धारणशक्तीचे हे निदर्शक आहेत. अशा धारणशक्तीमुळे उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना एक उपमार्ग मिळतो, कारण उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना १० हजार ओहम संरोधनापेक्षा खूपच कमी संरोधनाचा उपमार्ग अशा धारणशक्तीमुळे उपलब्ध होतो व त्यामुळे त्या लाऊडस्पीकरपर्यंत पोहोचत नाहीत. साहाय्यिकच ध्वनिपुनरुत्पत्तीत उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींचा अभाव प्रकटविण शकतो.

बरील समस्येवर तोडगा म्हणजे एक प्रकारे सुवर्णमध्य गाठून ज्या वाहक जोडतारेचे संरोधन अगदी कमीही नाही व अगदी जास्तही नाही अशा म्हणजे मध्यम संरोधनाच्या वाहक जोडतारेचा

दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीसाठी वापर करणे. जोडतारेच्या अशा मध्यम संरोधनास इंग्रजीत "लाइन इम्पेडन्स" (Line impedance) असे तांत्रिक नाव प्राप्त झाले आहे. मध्यम संरोधनाची जोडतार म्हणून ५० ओहम ते ६०० ओहम ह्या टप्प्यांतील संरोधन असलेली जोडतार सामान्यतः वापरली जाते. अशा मध्यम संरोधनाच्या जोडतारेत विद्युत लहरीच्या विद्युत-



आकृती ७-२६

बलाचा त्यामानाने जास्त अपव्यय (loss) होत नाही किंवा उच्च कंपनसंख्येच्या लहरीबाह्यी त्या मानाने जास्त प्रमाणात लोप होत नाही. मध्यम संरोधनाच्या अशा जोडतारेसाठी आऊटपुट ट्रान्सफॉर्मर सेकंडरी कॉइलवर ५० ते ६०० दरम्यान संरोधनाचे खांबे घागे काढलेले असतात. जोडतारेच्या अशा मध्यम संरोधनाची व लाऊडस्पीकर व्हाईस कॉइलच्या त्यामानाने कमी असलेल्या संरोधनाची योग्य जुळवणी करण्यासाठी साहजिकच दुसरा एक जुळेसा ट्रान्सफॉर्मर वापरावा लागतो. ह्या ट्रान्सफॉर्मरला "लाइन ट्रान्सफॉर्मर" (Line transformer) म्हणतात. आकृती ७-२६ मध्ये मध्यम संरोधनाच्या वाहक जोडतारेचा व योग्य व जुळेसा लाइन ट्रान्सफॉर्मरचा वापर केलेली मंडळ रचना दर्शविली आहे. दूर अंतरावर उभारणी करण्यासाठी अशी मध्यम संरोधनाची जोडतार व प्रत्येक लाऊडस्पीकर किंवा लाऊडस्पीकर गटासाठी योग्य व जुळेसा "लाइन ट्रान्सफॉर्मर" वापरून विद्युतबलाचा अपव्यय व उच्च कंपन संख्येच्या लहरीचा लोप ह्या दोन्हीही समस्या प्रभावीरीतीने सोडविता येतात.

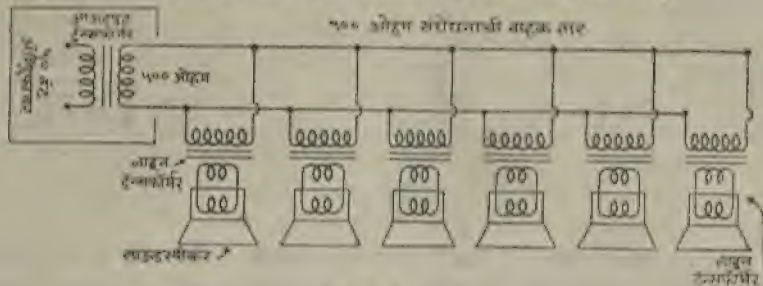
समान विद्युतबलाची विभागणी (Equal power distribution)

बिजिष्ट उदाहरणाच्या साहाय्याने वरील प्रकारच्या जोडणीमागील तत्त्व ध्वनि तंत्रज्ञात अधिक स्पष्टपणे समजण्यासारखे असल्याने ह्यासाठी काही निवडक व्यावहारिक उदाहरणे पुढील परिच्छेदांमध्ये दिलेली आहेत. पहिल्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरला समान विद्युतबलाचा पुरवठा जेव्हा केला जातो त्यावेळी ते तल वापरले जाते ते दिले असून दुसरे उदाहरण ज्यावेळी असमान विद्युतबलाचा पुरवठा केला जातो त्यावेळी वापरला जाणाऱ्या तंत्राविषयीचे आहे.

उदाहरण : एका मोठ्या सभागृहातील ध्वनिबोधन व वितरण व्यवस्थेसाठी सहा ८ ओहम व्हाईस कॉइल संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स उभारावयाचे आहेत. अम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल (Power Rating) ५० वॉट असून आऊटपुट ट्रान्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलवर मध्यम संरोधनाचे १२५ ओहम, २५० ओहम व ५०० ओहम हे घागे पुरविलेले आहेत. प्रत्येक लाऊडस्पीकर-मधून प्रवर्धित ध्वनिलहरीची पातळी समान असावी अशी अपेक्षा असेल तर प्रत्येक लाऊडस्पीकर जोडणीसाठी वापरावयाच्या योग्य जुळवणीच्या लाइन ट्रान्सफॉर्मरच्या प्रायमरी व सेकंडरी कॉइलच्या घाग्यांच्या संरोधनांचा तपशील ह्या व त्यांच्या जोडणीचा मंडळ तकाशा काढा.

उत्तर.—(१) कमीत कमी विद्युतबलाचा अपव्यय होण्याच्या दृष्टीने आऊटपुट ट्रान्सफॉर्मरच्या ५०० ओहम संरोधनाच्या घाग्याशी जोडतारेची जोडणी ह्या ठिकाणी केली पाहिजे.

(२) सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आकृती ७-२७ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे समांतर पद्धतीने केली जात असल्याने ह्या उदाहरणात सहा लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरण्याच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सच्या प्राथमरी कॉइल्सचे एकत्रित संरोधन ५०० ओहम इतके असणे आवश्यक आहे, म्हणून प्रत्येक लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्राथमरीचे संरोधन ३००० ओहम असणे आवश्यक आहे.



आकृती ७-२७

(३) लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइल्सचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉइलच्या संरोधनाइतके म्हणजे ह्या उदाहरणात ८ ओहम असणे आवश्यक आहे.

(४) सातव्या, ह्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी ३००० ओहम प्राथमरी कॉइल संरोधन व ८ ओहम सेकंडरी कॉइल संरोधन असलेले लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स वापरले पाहिजेत. आकृती ७-२७ मध्ये ह्या उदाहरणातील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीचा मंडल नकाशा दिला आहे.

बरील उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरला समान विद्युतबलाचा पुरवठा केला जात असल्यामुळे सर्व लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स प्राथमरी कॉइल्सचे संरोधन समान म्हणजे ३००० ओहम असून त्यांचे एकूण संरोधन आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइल्सच्या संरोधनाशी जुळते म्हणजे ५०० ओहम इतके आहे. बरील उदाहरणाबद्दल लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या निवडीमागील तज स्पष्ट होईल. जेव्हा निर-निरालया अनेक लाऊडस्पीकर्सला समान विद्युतबल पुरवठा करावयाचा असतो तेव्हा प्रत्येक लाऊड-स्पीकरसाठी वापरल्या जाणाऱ्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी कॉइल्सचे संरोधन खालील सूवा-प्रमाणे काढता येते:—

$$\text{लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्राथमरी कॉइलचे संरोधन (primary coil impedance)} = \text{जोडतारेचे संरोधन (Line impedance)} \times \frac{\text{समांतर जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्सची संख्या (number of loudspeakers)}}{1}$$

(बरील उदाहरणात लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्राथमरी कॉइलचे संरोधन = $500 \times 6 = 3000$ ओहम इतके असणे आवश्यक आहे.)

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइल्सचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉइल जे संरोधन असते त्या संरोधनाइतके असणे आवश्यक असते.

असमान विद्युतबलाची विभागणी (Unequal power distribution)

जेव्हा निरनिरालया अनेक लाऊडस्पीकर्ससाठी असमान ध्वनि पातळीची आवश्यकता म्हणजेच असमान विद्युतबल पुरवठा करावा लागतो तेव्हा प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी आवश्यक असलेल्या

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरची निवड करताना बरीलपेक्षा निराळ्या पद्धतीचे गणित करावे लागते. विद्युत-शास्त्रातील नियमानुसार असे सिद्ध करून दाखविता येईल की असमान विद्युतबलाचा पुरवठा अक्ता करावयाचा असतो तेव्हा समांतर जोडणी केलेल्या प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी वापरावयाच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉइलच्या संरोधनाचे गणित खालील सूत्राप्रमाणे करता येते :-

ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल

$$\text{लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉइलचे संरोधन} = \frac{\text{विवक्षित लाऊडस्पीकरचा पुरवावयाचे विद्युतबल}}{\text{वाहक जोडतारेचे संरोधन}}$$

एखाद्या व्यावहारिक उदाहरणावरून बरील सूत्राची उपयुक्तता स्पष्ट होण्यासारखी अयल्याने ह्यासाठी एका खास उदाहरणाची निवड केली आहे.

उदाहरण : एका मोठ्या कारखान्यात पाव्वेसंगीत क्षेपित करण्यासाठी ५० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरावयाचा असून ह्या ॲम्प्लिफायरच्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉइलवर ५०० ओहम संरोधनाच्या धाग्याची सोय आहे. कारखान्यातील निरनिराळ्या विभागांमध्ये खाली दर्शविलेल्या विद्युतबलाचे लाऊडस्पीकर्स उभारावयाचे आहेत :

कारखान्यातील—मोठे दालन (अ) २० वॅट, लहान दालन (ब) १३ वॅट, निर्यात विभाग (क) १० वॅट, मुख्य कचेरी (ड) ५ वॅट, दुय्यम कचेरी (ई) १ वॅट, दुय्यम कचेरी (फ) १ वॅट. लाऊडस्पीकर्स : (अ), (ब), (क)—१३ ओहम २५ वॅट; (ड)—८ ओहम १० वॅट; (ई), (फ)—३.२ ओहम १ वॅट.

वर निर्देशित केलेल्या प्रत्येक ठिकाणी उभारावयाच्या लाऊडस्पीकरसाठी वापरावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा तपशील ह्या व त्यांच्या जोडणीचा मंडल नकाशा काढा.

उत्तर : (१) बरील तपशिलानुसार ॲम्प्लिफायर विभागासाठी आवश्यक असलेले विद्युतबल = $२० + १३ + १० + ५ + १ + १ = ५०$ वॅट.

(२) ५० वॅट विद्युतबलाच्या विभागणीसाठी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉइलवरून काढलेल्या ५०० ओहम संरोधनाच्या धाग्याचा उपयोग करावा. ह्या धाग्याचा उपयोग केल्यास वर दिलेल्या सूत्राप्रमाणे प्रत्येक जागी उभारणी करावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा तपशील खाली दिलेल्या गणिताने काढता येईल :-

$$\text{लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर (अ) प्रायमरी कॉइलचे संरोधन} = \frac{५०}{२०} \times ५०० = १२५० \text{ ओहम}$$

$$\text{" (ब) " " " " } = \frac{५०}{१३} \times ५०० = १९२० \text{ ओहम}$$

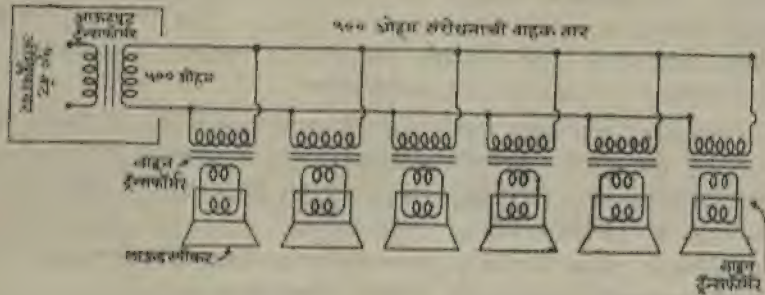
$$\text{" (क) " " " " } = \frac{५०}{१०} \times ५०० = २५०० \text{ ओहम}$$

$$\text{" (ड) " " " " } = \frac{५०}{५} \times ५०० = ५००० \text{ ओहम}$$

$$\text{" (ई) (फ) " " " " } = \frac{५०}{१} \times ५०० = २५००० \text{ ओहम}$$

- (३) बरील प्रत्येक ठिकाणी वापरावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सचा तपशील असा :
- (अ) १२५० ओहम प्राथमरी कॉईल संरोधन, १६ ओहम सेकंडरी कॉईल संरोधन
- (ब) १९२० " " " " १६ " " "
- (क) २५०० " " " " १६ " " "
- (ड) ५००० " " " " ८ " " "
- (ई) (फ) २५००० " " " " ३.२ " " "

(४) आकृती ७-२८ मध्ये बरील उदाहरणातील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीचा मंडल नकाशा दर्शविला आहे.



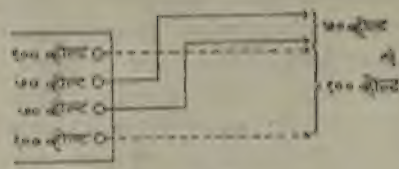
आकृती ७-२८

स्थिर विद्युतदाब योजना (Constant Voltage System)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागाशी दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्यासाठी "स्थिर विद्युतदाब योजना" (Constant Voltage System) ही नवीन योजना इटली अंमलात आणली गेली असून ती बरीच प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागली आहे. ह्या योजनेचा एक अतिशय महत्वाचा फायदा म्हणजे लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करताना संरोधनाच्या जुळणीसाठी मागील काही परिच्छेदांमध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे जास्त गुंतागुंतीची सूत्रे व समीकरणे वापराची लागत नाहीत व कोणतेही गणित न करता लाऊडस्पीकर्सची जोडणी अगदी सुलभतेने करता येते. ह्या नवीन योजनेचा दुसरा एक फायदा म्हणजे भविष्यकाळात देखील आहे त्यापेक्षा अधिक लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्याचा प्रसंग आला तरी संरोधनाच्या जुळवणीचे (Impedance Matching) बाबतीत काहीही अडचणी निर्माण होत नाहीत.

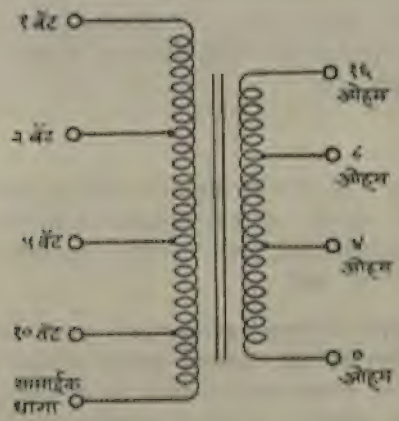
स्थिर विद्युतदाब योजनेत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवर इतर नेहमीच्या निर्देशित संरोधनाच्या घात्याबरोबरच एका खास घात्याचा निर्देश केलेला असतो व ह्या घात्यातर्फे प्रवर्धित श्राव्य विद्युत लहरींचा एका विशिष्ट प्रमाणात "स्थिर विद्युतदाब" (सामान्यतः ७० किवा १०० व्होल्ट) पुरविला जाईल अशी व्यवस्था केलेली असते.

आकृती ७-२९ पाह्या. प्रवर्धित धाव्य विद्युतलहरी अशा प्रकारे विशिष्ट स्थिर विद्युतदाब पातळी-वर पुरविण्याची ही योजना एक प्रकारे २३० व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबाचा पुरवठा करणाऱ्या



आकृती ७-२९

स्थिर विद्युतदाब योजनेत लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सची विशिष्ट "स्थिर विद्युतदाब" व्या दृष्टीने (उदाहरणार्थ ७० व्होल्ट किंवा १०० व्होल्ट) वास बांधणी व रचना केलेली असते व अशा खास रचना-बांधणीच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा वापर करणे अत्यावश्यक असते. अशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी व सेकंडरी कॉइल्वर निरनिराळे योग्य धागे काढलेले असतात. उदाहरणार्थ, आकृती ७-३० मध्ये दर्शविलेल्या १०० व्होल्ट स्थिर विद्युतदाबासाठी



आकृती ७-३०

खास रचना व बांधणी केलेल्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर-मध्ये सेकंडरी कॉइलवर ४ ओहम, ८ ओहम व १६ ओहम संरोधनाचे धागे काढलेले असल्याचे दर्शविले आहे. अशा निरनिराळ्या धाग्यांची योग्य असली म्हणजे निरनिराळे व्हॉल्टेज कॉइल संरोधन असलेल्या लाऊडस्पीकर्सची ह्यांपैकी योग्य व जुळेशा धाग्याशी जोडणी करणे शक्य होते. लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्राथमरी कॉइलवरही सेकंडरी कॉइलप्रमाणे निरनिराळे धागे काढलेले असल्याचे आकृतीत दर्शविले आहे. परंतु ह्या धाग्यांचे खास वैशिष्ट्य म्हणजे ह्याचे संरोधन ओहममध्ये व्यक्त न करता ते "वॅट" मध्ये (म्हणजे विद्युतबलाच्या परि-माणात) व्यक्त केलेले असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या धाग्यांपैकी योग्य धाग्याची निवड

कऱ्हन विशिष्ट लाऊडस्पीकरला आवश्यक त्या विद्युतबलाचा पुरवठा करता येतो व त्यामुळे विद्युतबलाच्या पातळीत पाहिजे ते फेरबदल करता येतात.

पुर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे बरील प्रकाराच्या वास बतावडीच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या साहाय्याने प्रत्येक लाऊडस्पीकरची ओडणी सहजतेने करता येते. ही जोडणी करण्यासाठी प्रथम विशिष्ट लाऊडस्पीकरच्या व्हॉल्टेज कॉइल संरोधनाप्रमाणे लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलवरील योग्य व जुळेशा संरोधनाच्या धाग्याची निवड करता येते व ह्या धाग्याशी व्हॉल्टेज कॉइलची जोडणी केली जाते. उदाहरणार्थ, विशिष्ट लाऊडस्पीकरच्या व्हॉल्टेज कॉइलचे संरोधन जर ८ ओहम असेल तर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉइलवरील ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी व्हॉल्टेज कॉइलची

जोडणी केली पाहिजे. एकदा व्हाईस कॉईलची अशी जोडणी करून घेतली की लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलवरील निरनिराळ्या बिंदूतबलांच्या धाग्यांपैकी पाहिजे त्या योग्य बिंदूतबलाच्या धाग्याची जोडणी नंतर जोडतारेतर्फे आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरवरील स्थिर बिंदूतबलाच्या धाग्याशी सरळ करता येते. ही जोडणी केली की अॅम्प्लिफायर विभाग व लाऊडस्पीकर ह्यांच्या संरोधनांची जुळवणी आपोआप होऊन जाते व विशिष्ट लाऊडस्पीकरला निवड केल्याप्रमाणे योग्य बिंदूतबलाचा पुरवठाही उपलब्ध केला जातो. उदाहरणार्थ, विशिष्ट स्थळी उभारणी करावयाच्या लाऊडस्पीकरसाठी जर ५ वॅट बिंदूतबलाचा पुरवठा आवश्यक असेल तर प्रथम वर खिचून केल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकरच्या व्हाईस कॉईलची योग्य संरोधनाच्या सेकंडरी कॉईलच्या धाग्याशी एकदा जोडणी करून घेतली व नंतर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलवरील ५ वॅट धाग्याची अॅम्प्लिफायरच्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरवरील विवक्षित स्थिर बिंदूतबलाच्या धाग्याशी जोडतारेतर्फे जोडणी केली की विशिष्ट लाऊडस्पीकरसाठी ५ वॅट बिंदूतबलाचा पुरवठा तर होताच परंतु संरोधनांची जुळवणीही (Impedance Matching) आपोआप होऊन जाते. अर्थात आवश्यक ते विशिष्ट बिंदूतबल हाताळण्याची पात्रता अशा ठिकाणी वापरलेल्या लाऊडस्पीकरमध्ये आहे हे येथे गृहीत धरले आहे. आपल्या उदाहरणात लाऊडस्पीकरला ५ वॅट ऐवजी २ वॅट बिंदूतबलाचा पुरवठा करावयाचा असता तर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरीवरील ५ वॅट ऐवजी २ वॅट बिंदूतबलाच्या धाग्याची निवड करून ही जोडणी करता आली असती. तात्पर्य, वर उल्लेख केल्याप्रमाणे स्थिर बिंदूतबल योजनेच्या साहाय्याने दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकरच्या जोडणी-उभारणीचा प्रश्न काहीही अडचणी न येता व संरोधनाच्या जुळवणी बाबतीतल्या सूत्रांच्या किंवा गणितांच्या जास्त भानगडीत न पडता अतिशय सोप्या रीतीने सोडविणे शक्य झाले आहे.

अॅम्प्लिफायरची जमिनीशी जोडणी (Earthing)

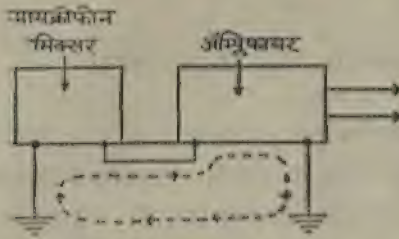
स्थिर व दोषरहित ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यासाठी अॅम्प्लिफायर चासीसची व अॅम्प्लिफायर चासीसतर्फे इतर उपकरणांची व साधनांची जमिनीशी जोडणी करणे ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उभारणीतील एक महत्त्वाची तांत्रिक आवश्यकता असते. बिंदूत धोक्यापासून सुरक्षितता हेही जमिनीशी जोडणी करण्याचे एक दुसरे प्रमुख उद्दिष्ट असते.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या बिंदूत लहरींची पातळी बरोच कमी असते आणि त्या दृष्टीने अशा बिंदूत लहरी वाहून नेणाऱ्या केबलवर चिलखती संरक्षक आच्छादन असणे इष्ट असते. ह्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी केली की मायक्रोफोन केबलमधून वाहणाऱ्या धाव्य बिंदूत लहरींना केबलमध्ये प्रवर्तित होणाऱ्या गुणगुण आवाजाच्या (Hum) किंवा खरखराटाच्या (Noise) लहरींपासून उपसर्ग पोहोचत नाही. केबलवरील चिलखती आच्छादनाची (Shielding) अॅम्प्लिफायर चासीसशी जोडणी केली जाते व अॅम्प्लिफायर चासीसची जमिनीशी जोडणी केली जाते. अॅम्प्लिफायर विभाग किंवा मिक्सर विभागांवरील आच्छादनाचीही ह्याच कारणास्तव जमिनीशी जोडणी करण्याची प्रथा आहे.

लहान ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत अॅम्प्लिफायरची इलेक्ट्रिक पुरवठपणाशी जोडणी करण्यासाठी वापरलेल्या जोडतारेवर तीन संपर्क जोडांची पिन (Three-way pin) बसविलेली असते. व तिच्या साहाय्याने इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठपातर्फे अॅम्प्लिफायर चासीसची जमिनीशी जोडणी केली जाते. अधिक विस्तृत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी अशी इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठपातर्फे केली जाणारी जमिनीशी जोडणी समाधानकारक नसते. अशा विस्तृत व्यवस्थांसाठी रेडिओ चासीसची जमिनीशी जोडणी करण्यासाठी ज्या प्रमाणे पूर्वी पाणी वाहून नेणारा नळ, लोखंडी सळई किंवा

गज किंवा जमिनीत पुरलेल्या तांब्याच्या वट्टीचा वापर केला जात असे तशा प्रकारची खास उपाय-योजना वापरणे आवश्यक असते.

उपनिबध्दन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणांची व साधनांची जमिनीशी जोडणी करताना मात्र ती एकाच ठिकाणी करण्याची सबरदारी घेणे अत्यावश्यक असते. सामान्यतः अॅम्प्लिफायर चासीसचीच फक्त जमिनीशी जोडणी करण्याची प्रथा आहे. उपकरणांची व साधनांची एकापेक्षा इतरज अधिक ठिकाणी जर जमिनीशी जोडणी केली तर बाह्यतः प्रवर्तित होणाऱ्या किंवा अॅम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धित होणाऱ्या लहरीमुळे आकृती ७-३१ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे अशा दोन किंवा अधिक जोडणीच्या विद्युत मंडलात “बक्की प्रवाह” (loop currents) निर्माण होतात व त्यामुळे अॅम्प्लिफायरच्या प्रवध्दन कार्यात



आकृती ७-३१

बरीच अस्थिरता (Instability) निर्माण होण्याची शक्यता असते.

□ □ □

प्रकरण ८

लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व विभागणी—काही अधिक समस्या

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत योग्य लाऊडस्पीकर्सची निवड करणे अतिशय महत्वाचे असते. ही निवड करताना (१) विशिष्ट स्थळी कोणत्या प्रकारचे लाऊडस्पीकर्स वापरावेत आणि (२) श्रोतसमुदायात त्यांची कोणत्या विवक्षित ठिकाणी उभारणी करावी हे दोन विचार फार महत्वाचे असतात.

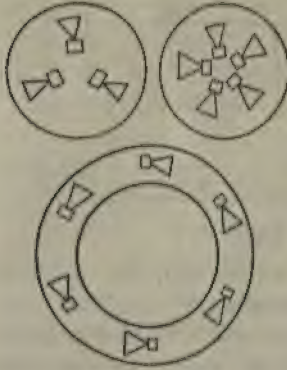
प्रकरण ५ मध्ये निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सच्या प्रकारांविषयीची माहिती दिली आहे. सर्वसामान्यपणे बंदिस्त जागी कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्सचा वापर केला जातो. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे कर्ण्याचे लाऊडस्पीकर्स बंदिस्त जागी वापरल्यास त्यांचा आवाज कर्णकर्कश व सुतारीसारखा येतो व शिवाय त्यांच्या जोरदार आवाजामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) होण्याची फार शक्यता असते. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्सचा आदर्श व उत्तम उपयोग म्हणजे खुल्या जागेवरील कार्यक्रमांसाठी त्यांचा वापर करणे. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता (Efficiency) उत्कृष्ट दर्जाची असते व कमी विद्युतबल पुरवूनही त्यांच्यातर्फे बऱ्याच जास्त प्रमाणात प्रवर्धित ध्वनिलहरींची पुनरुत्पत्ती करणे शक्य होते.

जागा बंदिस्त असो किंवा खुली असो, श्रोतसमुदायात आवाजाचे योग्य वाटप होण्यासाठी त्याच-प्रमाणे सर्व ठिकाणी आवाजाची योग्य पातळी राखण्यासाठी कोणत्या प्रकारचे व किती लाऊडस्पीकर्स वापरणे आवश्यक आहे हे ध्वनितज्ञास अचूकपणे ठरविता आले पाहिजे.

बंदिस्त जागी ध्वनिवितरण (Sound distribution) करणे व खुल्या जागी ध्वनिवितरण करणे ह्यामध्ये फरक असल्यामुळे लाऊडस्पीकर्स उभारणी पद्धतीतही योग्य फेरबदल करावे लागतात. बंदिस्त जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना ह्या प्रकरणात पुढे विवेचन केल्याप्रमाणे अनेक समस्यांना तोंड द्यावे लागते. खुल्या जागी ध्वनिक्षेपण करताना फारशा अडचणी निर्माण होत नाहीत. पुढील काही परिच्छेदांमध्ये प्रथम खुल्या जागी उभारणी करावयाच्या लाऊडस्पीकर्सविषयीचे विवेचन केले असून नंतर बंदिस्त जागेवरील लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व संबंधित समस्यांविषयी विवेचन केले आहे.

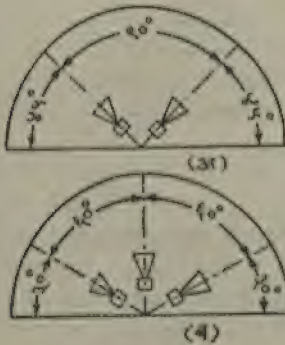
खुल्या जागेवरील लाऊडस्पीकर्सची उभारणी

खुल्या जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना लाऊडस्पीकर्सची संख्या किती असावी, त्याचा प्रकार कोणता असावा व त्यांची कोणत्या विशिष्ट जागी उभारणी करावी हे ज्या जागी ध्वनि-क्षेपण करावयाचे असेल त्या क्षेत्राच्या व्याप्तीवर (Sound Coverage) व विशिष्ट जागेच्या आकारमानावर अवलंबून असते. बहुतेक खुल्या जागी होणाऱ्या कार्यक्रमांची जागा तत्त्वतः वर्तुळाकार किंवा अर्धवर्तुळाकार असते असे म्हणावयास हरकत नाही. वर्तुळाकार जागेवर ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी तीन किंवा अधिक कर्णांचे लाऊडस्पीकर्स वापरता येतात. अर्थात प्रत्यक्षात आवश्यक असलेली लाऊडस्पीकर्सची संख्या वर्तुळाकार जागेच्या क्षेत्रफळावर अवलंबून असते. वर्तुळाकार जागेचा घेर जितका अधिक विस्तृत तितके अधिक लाऊडस्पीकर्स अशा जागी वापरावे लागतात. आकृती ८-१ मध्ये तीन, पाच व सहा कर्णांच्या लाऊडस्पीकर्सची वर्तुळाकार क्षेत्रावर कशी उभारणी करता येते हे दर्शविले आहे. आवाज विस्तृत क्षेत्रावर फैलावण्यासाठी जास्त रंग तोंडाचे कर्ण असलेले लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात.

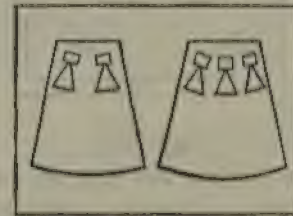


आकृती ८-१

सर्वसामान्यपणे इमारतीपुढील किंवा एखाद्या भिंतीपुढील खुली जागा तत्त्वतः अर्धवर्तुळाकार असते असे म्हणावयास हरकत नाही. अशा जागी श्रोतृसमुदाय जास्त नसेल तर अधिक विद्युतबलाचा व उत्तम बॅकल असलेला एक लाऊडस्पीकर जरी वापरला तरी कार्यभाग साधला जातो. परंतु अशा जागेचे क्षेत्रफळ विस्तृत असेल तर आकृती ८-२ (अ) आणि (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन किंवा तीन कर्णांच्या लाऊडस्पीकर्सचा समूह (Cluster) वापरता येतो.



आकृती ८-२



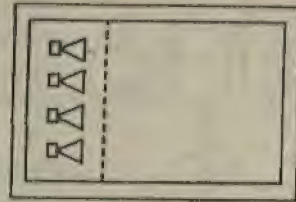
आकृती ८-३

वक्त्यांपुढे किंवा कलाकारांपुढे खुल्या जागी जमलेल्या श्रोतृसमुदायासाठी आकृती ८-३ अ आणि ब मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कित्येकदा दोन किंवा तीन कर्णांचे लाऊडस्पीकर्स वापरले तर काम भागते. खुल्या जागेवरील पोहोण्याचे तलाव, कीडा मैदाने, मैदानात मिनेमा दाखविणे

इत्यादी कार्यक्रमांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जागा सामान्यतः चौकोनी आकाराच्या असतात. अशा जागी ज्या पद्धतीने श्रोतसमुदाय स्थानापन्न झालेला असेल त्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व दिशा ठरवावी लागते. श्रोतसमुदाय भरणेच संख्येत उपस्थित असेल तर आकृती ८-४ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे चार कर्णाच्या लाऊडस्पीकर्सचा समूह वापरता येतो.



आकृती ८-४

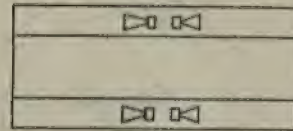


आकृती ८-५

सिनेमाच्या पडद्यापुढे खुल्या जागी जेव्हा प्रेक्षकांचा समुदाय बसलेला असतो तेव्हा आवाजाचा उगम पडद्यावर दिसणाऱ्या व्यक्तीपासून होत आहे असा अभ्यास निर्माण होणे अत्यावश्यक असते. लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना वक्त्यापासून आवाज ऐकू येत आहे असा आभास निर्माण होईल अशा रीतीने लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करण्याचा संकेत पाळणे आवश्यक असते. सिनेमाच्या पडद्यापुढे बसलेल्या प्रेक्षकांना असा आभास निर्माण करण्यासाठी आकृती ८-५ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन किंवा अधिक कर्णाच्या लाऊडस्पीकर्सची उभारणी सिनेमाच्या पडद्या-नजीक केली जाते. कित्येकदा एखाद्या खुल्या जागेची लांबी तिच्या रुंदीपेक्षा बरीच जास्त असते. अशा जागी सर्व क्षेत्रफळ व्यापण्याच्या दृष्टीने लाऊडस्पीकर्सची उभारणी आकृती ८-६ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे करता येते.



आकृती ८-६



आकृती ८-७

फुटबॉल मॅच किंवा अन्य क्रीडा मैदानांवर जागेची व्याप्ती विस्तृत असते व गोंगाट गळवल्याची पातळीही जास्त असते. अशा प्रसंगी प्रेक्षकांच्या खुर्चा व बैठकीकडे तोंड फिरवून लाऊडस्पीकर्स बसविता येतात. आकृती ८-७ पाहा. अशा लाऊडस्पीकर्सची एकूण संख्या मैदानाच्या क्षेत्रफळावर आणि त्याचप्रमाणे प्रेक्षकांच्या गोंगाट गळवल्याच्या पातळीवर अवलंबून असते.

बंदिस्त जागेत लाऊडस्पीकर उभारणी

बंदिस्त जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना अनेक समस्या निर्माण होतात. त्यांपैकी ध्वनिप्रतिपुष्टीच्या (Acoustic Feedback) समस्येशी ध्वनितंत्रज्ञास अनेकदा मुकाबला करण्याचे प्रसंग येतात आणि त्यादृष्टीने ध्वनिप्रतिपुष्टीविकसीचे सविस्तर विवेचन ह्या प्रकरणात केले

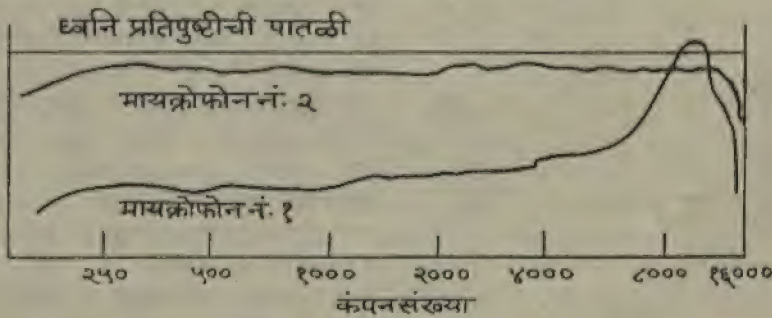
आहे. ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी योग्य दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या व समान ध्वनिकंपता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनची निवड करावी अशी शिफारस पूर्वी केलेलीच आहे.

ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic Feedback)

ध्वनिप्रतिपुष्टीची समस्या लाऊडस्पीकर व मायक्रोफोन ह्यांची एकमेकांच्या पुष्टीने योग्य जागी उभारणी न केल्यामुळेच सामान्यतः निर्माण होते. लाऊडस्पीकरतर्फे शेषित झालेल्या प्रवर्तित ध्वनिलहरी जर मायक्रोफोनमध्ये पुन्हा झेलल्या गेल्या तर ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती होते. अशा प्रकारे मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या गेलेल्या ध्वनिलहरींचे पुन्हा प्रवर्धन होते व त्या पुन्हा मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या गेल्या की त्यांचे अधिक प्रवर्धन होते व ही क्रिया जर पुनः पुन्हा एकसारखी चालू राहिली तर लाऊडस्पीकरमधून जोरदार पातळीवर कॅकाटल्यासारखे (Howling) किंवा कंकण शिट्ट्यांचे आवाज निर्माण होऊ लागतात. ही क्रिया अर्थात खूपच जलद म्हणजे एक दोन सेकंदांच्या कालावधीतच घडून येते. अशा वेळी मायक्रोफोनपुढे संभाषण करण्याचा प्रयत्न केला तर परिस्थिती अधिकच बिकट होते व शेवटी कंकण शिट्ट्यांच्या आवाजात संभाषण ऐकणे अशक्य होऊन जाते.

ध्वनिप्रतिपुष्टीचा बरील प्रकारचा उपद्रव निर्माण झाला म्हणजे विशिष्ट परिस्थितीत ध्वनिलहरीच्या प्रवर्धनाची पातळी किती वाढवावी ह्यावर एक जुलमी मर्यादा बसते. ध्वनिप्रवर्धनाची पातळी जर ह्या मर्यादेच्या सालच्या स्तरावरची असेल तर ध्वनिप्रतिपुष्टीचा उपद्रव सामान्यतः निर्माण होत नाही. परंतु आवाजाची पातळी असजशी वाढवावी तसतशी अशी एक अवस्था प्राप्त होते की जेव्हा प्रत्येक शब्दाचा उच्चार झाल्याबरोबर लाऊडस्पीकरमधून एकसारखा प्रतिशब्द निर्माण होतो व तो सावकाशपणे विरू लागतो. अशा परिस्थितीत ध्वनिलहरीची पातळी ह्या मर्यादेपलिकडे उंचावण्याचा प्रयत्न केला तर बर वर्णन केलेले ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होते. अशा परिस्थितीत एक उत्तम मार्ग म्हणजे ध्वनितंत्रज्ञाने व्हॉल्यूम कंट्रोलच्या साहाय्याने आवाजाची पातळी ताबडतोब कमी करून ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट टाळण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. ध्वनिलहरीच्या प्रवर्धनाची पातळी कमी केली म्हणजे ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये पुन्हा प्रविष्ट झाल्या तरी त्या कमजोर असल्यामुळे मायक्रोफोनमध्ये त्यांना विशेष प्रतिसाद मिळत नाही व त्यामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होत नाही.

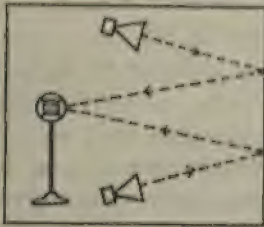
ह्या संदर्भात समान ध्वनिकंपता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर करण्याचे महत्त्व ध्वनितंत्रज्ञाच्या चांगले ध्यानात येईल. आकृती ८-८ मध्ये मायक्रोफोन नं. १ व मायक्रोफोन नं. २ च्या



आकृती ८-८

ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचे आलेख दर्शविले आहेत. मायक्रोफोन नं. १ चा प्रतिसाद पुष्कळसा समसमान अशा तरी त्यामध्ये सुमारे १० किलोमायकल कंपनसंख्येच्या जवळपास एक उंचवटा (peak) आहे व हा उंचवटा ध्वनिप्रतिपुष्टीची जी मर्यादा दर्शविली आहे त्यापेक्षा अधिक पातळीचा असल्याचे दिसून येईल. साहजिकच मायक्रोफोनमध्ये ह्या कंपनसंख्येची ध्वनिलहरी निर्माण होताच ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट ओढवते. मायक्रोफोन नं. २ चे कार्य मायक्रोफोन नं. १ पेक्षाही एकूण उच्च पातळीवरचे आहे. परंतु असे असूनही त्याचा प्रतिसाद मायक्रोफोन नं. १ पेक्षा समसमान असल्यामुळे त्यामध्ये उंचवटा नाही व मुख्य म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टीची मर्यादा ओलांडली जात नसल्याने ह्या मायक्रोफोनच्या साहाय्याने ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण न होऊ देता आवाजाचे त्यामानाने बऱ्याच प्रमाणात प्रवर्धन करणे शक्य होते.

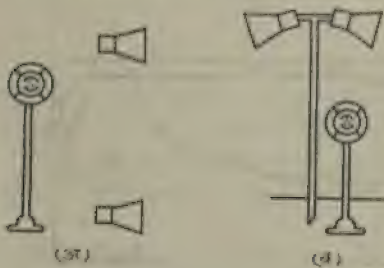
बंदिस्त जागी ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती मात्र पुष्कळदा ध्वनि परावर्तनाते (sound reflection) होते. आकृती ८-९ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे सभागृहातील काँक्रीटच्या भितीपासून किंवा इतर कडक पृष्ठभागांपासून ध्वनिलहरी परावर्तित होऊन मायक्रोफोनमध्ये त्या पुनः पुन्हा झेलल्या जाऊन ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती होण्याची फार शक्यता असते. एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या (unidirectional) मायक्रोफोनचा वापर अशा ठिकाणी करणे इष्ट असते. परंतु इतके करूनही ध्वनिप्रतिपुष्टी अटळ असेल तर सभागृहात आवाजाची पातळी जास्तीत जास्त किती स्तरापर्यंत उंचावता येईल हे ठरविण्याचे बाबतीत ध्वनितंत्रज्ञास बरीच चतुराई वापरावी लागते.



आकृती ८-९

ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी मायक्रोफोन नेहमी लाऊडस्पीकर्सच्या मागील बाजूवर किंवा खालील बाजूवर ठेवून तो लाऊडस्पीकरमधून एक येणाऱ्या ध्वनिलहरीच्या टप्प्याबाहेर राहिल अशी खबरदारी घेणे आवश्यक असते. त्यादृष्टीने बंदिस्त जागी केल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोन व लाऊडस्पीकरच्या उभारणीची आदर्श पद्धत आकृती ८-१० (अ) आणि (ब) मध्ये दर्शविली आहे.

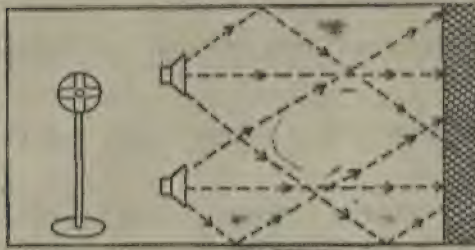
ध्वनिप्रतिपुष्टीचा उपद्रव कित्येकदा टोन कंट्रोलची जुळवणी करून टाळणे शक्य होते. ध्वनिप्रतिपुष्टीमुळे उत्पन्न होणाऱ्या कर्कश शिद्र्या उच्च स्वरात (high pitched) असतील तर टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने अशा उच्च स्वरलहरीची कपात (treble cut) करून ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळता येते. ध्वनिप्रतिपुष्टीमुळे निर्माण होणाऱ्या शिद्र्या मात्र कित्येकदा नीच स्वरांत (low-pitched) असतात व त्यांच्यावर आळा बाळगे किंवा त्यांचे नियंत्रण करणे टोन कंट्रोलच्या कक्षे बाहेरचे असते. अशा परिस्थितीत मायक्रोफोन व पदवी लाऊडस्पीकर ह्यांच्या जागा बदलून प्रयोगांती ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होणार नाही अशी जागा



आकृती ८-१०

शोधून निश्चित करण्याव्यतिरिक्त दुसरे अर्थान्तर नसते.

बंदिस्त जागी तक्तपोशी, भिती वगैरे सारख्या कठीण व कडक पृष्ठभागापासून ध्वनि परावर्तन (sound reflection) होऊन ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होत असते व मायक्रोफोन व लाऊड-स्पीकरची योग्य जागी उभारणी करून देखील ध्वनिप्रतिपुष्टीची समस्या सुटत नसेल तर ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी इतर कास उपाययोजना वापरल्या लागतात. अशा योजनांपैकी एका योजनेत ध्वनिशोषक (sound absorbing) पदार्थांचा वापर करून परावर्तित ध्वनिलहरी निर्माण होणार नाहीत अशी व्यवस्था केली जाते. उदाहरणार्थ, आकृती ८-११ मध्ये सभागृहातील समोरच्या भितीवर



आकृती ८-११

पडदे, झालरी व इतर ध्वनिशोषक शोषित वस्तू ठेवून परावर्तनामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण करणाऱ्या ध्वनिलहरी शोषून कसा नाहीसा करता येतात हे दर्शविले आहे.

विशिष्ट स्थळी ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सर्व उपाययोजना जेव्हा अपयशी ठरतात तेव्हा मायक्रोफोन एकाद्या ध्वनि अमेश कोठीत (sound-proof chamber) ठेवण्याची सोय करणे आवश्यक असते. मायक्रोफोनपुढे बोलणाऱ्या व्यक्तीने अशा कोठीत बसून संभाषण केले तर लाऊडस्पीकरतर्फे शोषित होणाऱ्या ध्वनिलहरींना मायक्रोफोनकडे पुन्हा पोहोचण्यास निर्बंध करणे शक्य होते.

ध्वनिनिनाद (Reverberation)

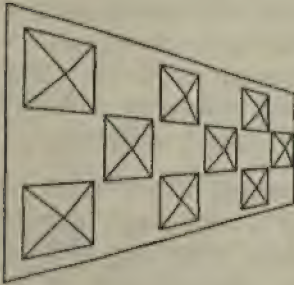
बंदिस्त अशा सभागृहांमध्ये ध्वनिनिनादाची (reverberation) समस्या कित्येकदा बरीच वासदायक होते. एक संमतीदार गोष्ट म्हणजे ध्वनिनिनादाची उत्पत्ती सभागृहांमध्ये चाललेल्या कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरींपासूनच असते. कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी सभागृहातील भिती, तक्तपोशी वगैरेसारख्या (आणि विशेषतः घुमटाच्या आकाराच्या तक्तपोशीच्या) कठीण व कडक पृष्ठभागापासून बारंवार परावर्तित होऊ लागल्या तर अशी अवस्था निर्माण होते की परावर्तित लहरींच्या गोंधळात मूळ कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येणे कठीण आणि अतिरेकी परिस्थितीत तर अशक्य होऊन बसते. अशा प्रसंगी आवाजाचे अधिक प्रवर्धन करण्याचा प्रयत्न केला तर ध्वनिनिनादही अधिक वाढतो व त्यामुळे अधिकच गोंधळ निर्माण होतो.

बरीच प्रकारे निर्माण होणारा ध्वनिनिनाद सभागृहातील पृष्ठभागाच्या ध्वनि परावर्तनाच्या व ध्वनिशोषणाच्या गुणधर्मांवर अवलंबून असतो. ध्वनि परावर्तन (sound reflection) व ध्वनिशोषण (sound absorption) करणाऱ्या पृष्ठभागांचे अन्योन्य प्रमाण कमी अधिक केले तर ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण करणे शक्य होते. सभागृहांत ध्वनिशोषक पृष्ठभाग जर जास्त प्रमाणात असतील तर ध्वनिनिनादाचा कालावधि (reverberation time) कमी होतो. उलटपक्षी, ध्वनिपरावर्तन करणारे पृष्ठभाग त्यामानाने जास्त प्रमाणात असतील तर ध्वनिनिनादाच्या कालावधीत वाढ होते. सामान्यतः लाकडी भिती, लॅस्टर, काच, काँक्रीट, चिती मातीची फरशी वगैरे सारख्या कठीण व कडक पदार्थांपासून ध्वनि परावर्तन होते. फटी व छिद्रे असलेल्या विटा किंवा काँक्रीटचे पृष्ठभाग, भितीवर कास निर्माण केलेली छिद्रे व अनुनादी पोकळी, जाडबुड

पडदे व झालरी, ठामून भरगच्च भरलेले फर्निचर व सामानसुमान, इमारतीचे लाकूड काम बगैरे सारख्या पदार्थांमुळे आणि सर्वात सजेदार गोष्ट म्हणजे प्रत्यक्ष श्रोतुसमुदायामुळे ध्वनिशोषण (sound absorption) होण्यास मदत होते.

ध्वनिनिनादाच्या निर्मितीस मूलतः कारणीभूत होणारी ध्वनि परावर्तनाची क्रिया थोपविण्यासाठी दोन उपाययोजना विशेष प्रचलित आहेत.

(१) सभागृहांतील भिंतीवर (विशेषतः लाऊडस्पीकर्सच्या समोरील भिंतीवर) ध्वनिशोषक पदार्थ वापरणे.



आकृती ८-१२

परंतु संगीत कार्यक्रमांसाठी काही विशिष्ट प्रमाणात ध्वनिनिनाद आवश्यक असतो, नाही तर संगीताचे कार्यक्रम अगदी निर्जीव वाटू लागतात. अशा परिस्थितीत ध्वनिशोषक पदार्थाऐवजी ध्वनिलहरी फैलावणाऱ्या पृष्ठभागांचे भिंतीवर आच्छादन वापरले तर त्याचा ध्वनिनिनादावर एकंदरीत जाणवण्याइतका परिणाम न होता ध्वनिपरावर्तनाने गोंधळ निर्माण करणाऱ्या ध्वनिलहरीवर मात्र यशस्वीरीतीने आळा घालता येतो.

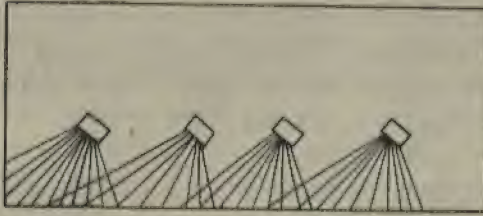
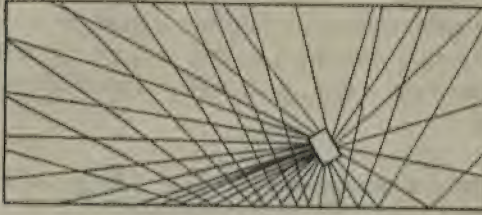
बरील विवेचन केवळ तात्त्विक चर्चा ह्या दृष्टीनेच महत्त्वाचे आहे. सर्वसामान्य परिस्थितीत ध्वनि तंतुजाल बरील प्रकारच्या उपाययोजना वापरण्याचे प्रसंग सहसा येत नाहीत. सर्वसामान्यपणे सभागृहामध्ये आहे त्या परिस्थितीत व जास्त दूरगामी उपाययोजना न वापरता ध्वनिनिनादाची समस्या कशी सोडवावी हाच विचार ध्वनितंत्रज्ञापूढे प्रामुख्याने असतो. अशा परिस्थितीत ध्वनिनिनादावर तोडगा म्हणून दुसऱ्या साध्या उपाययोजना वापराच्या लागतात. ह्या उपाययोजना म्हणजे—

(१) आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र (technique of low-level sound distribution) वापरणे.

(२) खाम दिशावाही क्षेपण करणारे लाऊडस्पीकर्स (directional loudspeakers) वापरून फक्त ज्या जागी श्रोतुसमुदाय बसलेला असेल त्या क्षेत्रापुरतेच ध्वनिक्षेपण मर्यादित करून व त्यामुळे ध्वनिलहरीचे सभागृहात इतरत्र क्षेपण होणार नाही अशी व्यवस्था करून परावर्तन (reflection) होण्यास मूलतःच प्रतिबंध करणे.

आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र (Technique of low-level sound distribution)

ध्वनिनिनादावर एक प्रभावी तोडगा ह्या दृष्टीने आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र कित्येकदा उपयुक्त ठरते. ह्या तंत्राप्रमाणे सभागृहामध्ये कमी विद्युतबलाचे लहान आकाराचे अनेक लाऊडस्पीकर्स उभारले जातात व सभागृहामध्ये त्यांची अशी वाटणी करता येते की, श्रोतसमुदायाच्या विशिष्ट गटासाठी (उदाहरणार्थ, १०० श्रोत्यांच्या एका गटासाठी) प्रत्येकी



एक लाऊडस्पीकर वापरता येतो व शिवाय त्याची उभारणीही श्रोत्यांच्या अशा गटाच्या अगदी नजीक अंतरावर होईल अशी योजना करता येते. अशा प्रकारे अनेक लाऊडस्पीकर्स उभारण्याची व्यवस्था केली की, श्रोतसमुदायातील निरनिराळ्या गटांमधील व्यक्तीस आपल्या नजीकच्या लाऊडस्पीकर-मधून क्षेपित झालेला आवाज सुरुळ ऐकू येतो. लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींची पातळी जर कमी (low level) ठेवली तर प्रत्येक गटातील श्रोत्यांना आवाज मुस्पटपणे तर ऐकता येतोच परंतु मुख्य कायदा म्हणजे सभागृहाच्या इतरत्र पोकळीत आवाज फैलावत नाही व त्यामुळे ध्वनिनिनाद निर्माण होत नाही.

आकृती ८-१३

आकृती ८-१३ मध्ये सर्वसामान्य ध्वनिक्षेपण व ध्वनिवितरण करण्याची पद्धती व अनेक लाऊडस्पीकर्सचा वापर करून कमी पातळीवर ध्वनिक्षेपण व ध्वनिवितरण करण्याचे खास तंत्र ह्यामधील फरक दर्शविला आहे.

खास दिशावाही ध्वनिक्षेपण करणाऱ्या लाऊडस्पीकर्सचा वापर (Use of directional loudspeakers)

दिशावाही ध्वनिक्षेपण करण्याच्या तंत्राचा अवलंब करताना हल्ली लाऊडस्पीकर स्तंभांचा (loudspeaker columns) वापर बराच प्रचलित आहे. विशेषतः उंच व घुमटाचा आकार असलेल्या तक्तपोशीच्या सभागृहांत व कमानीमध्ये ध्वनिलहरी घुमत राहात असतील तर लाऊडस्पीकर स्तंभांचा वापर प्रभावी असतो. कारण लाऊडस्पीकर स्तंभांच्या साहाय्याने प्रकरण ५ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे ध्वनिलहरींचा श्रोत विशिष्ट क्षेत्रावर मर्यादित करता येतो आणि ऊर्ध्व दिशेस होणारे क्षेपण थोपविता येते व त्यामुळे ध्वनिनिनादावर आळा घालता येतो.

ध्वनिनिनादाचे मूल्यमापन

सभागृहातील ध्वनिनिनादाविषयीचा स्थूलमानाने अंदाज घेण्यासाठी पूर्वी प्रकरण ७ मध्ये विशिष्ट स्थळी गोंगाट गळबल्याच्या पातळीचे मूल्यमापन करण्यासाठी जी पद्धती वापरली जाते त्या सारख्याच

पद्धतीचा अवलंब करता येतो. असा अंदाज घेण्याकरता विवक्षित सभागृहामध्ये कांही अंतरावर असलेल्या एखाद्या व्यक्तीशी संभाषण करण्याचा प्रयत्न करावा. अशा व्यक्तीचे संभाषण आपणास किती प्रमाणात स्पष्टपणे व सुबोधपणे ऐकू येईल व समजू शकेल ह्या कसोटीवरून सभागृहातील ध्वनिनिनादाविषयीचे चांगले मूल्यमापन करता येते. जर अशा व्यक्तीला त्याचे संभाषण नीट ऐकू येण्यासाठी आपणापासून त्यामानाने बऱ्याच कमी अंतरावरून संभाषण करावे लागत असेल तर सभागृहातील ध्वनिनिनाद समस्या निर्माण करणारा आहे असे अनुमान काढण्यास हरकत नसते. व्यक्तीचे संभाषण दूर अंतरावरूनही स्पष्टपणे ऐकू येत असेल व नीटपणे समजू शकत असेल तर सभागृहात ध्वनिनिनादाच्या बाबतीत ध्वनितंत्रज्ञान विशेष अडचणी उत्पन्न होणार नाहीत असा अंदाज बांधण्यास हरकत नसते. ध्वनिनिनादाच्या समस्यांच्या संदर्भात विशिष्ट सभागृहात व्यक्तीचे संभाषण जाल्तीत जास्त किती अंतरावरून स्पष्ट व सुबोधतेने ऐकणे शक्य असते ह्या मूल्यमापनावरून लाऊडस्पीकरची उभारणी श्रोतसमुदायापासून कमीत कमी किती अंतरावर केली पाहिजे ह्या विषयीचा अचूक निर्णय घेणे शक्य असते.

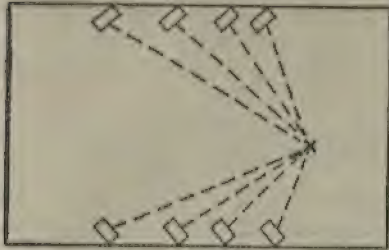
कालमानातील अंतराची (Time lag) समस्या व कालविलंबाचे तंत्र (Time delay technique)

श्रोतसमुदायाची संख्या जेव्हा जास्त प्रमाणात असते व ध्वनिलहरींचे नीट वितरण किंवा वाटप करण्यासाठी सभागृहामध्ये जेव्हा अनेक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करावी लागते तेव्हा निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या बाबतीत कालमानातील अंतराची (time lag) किंवा time difference) समस्या निर्माण होते. सभागृहात बसलेल्या श्रोत्यास आपल्या जागेपासून निरनिराळ्या अंतरावर असलेल्या लाऊडस्पीकर्समधून तोच शब्द विशिष्ट कालाच्या अंतराने किंवा फरकाने अनेक वेळा ऐकू येऊ लागतो व असे कालांतर सर्वसामान्य सभागृहामध्ये त्यामानाने अतिशय स्वल्प असल्याने संभाषणाच्या आवाजात एक चमत्कारिक गोंधळ व त्यामुळे दुर्बोधता निर्माण होते.

बरील प्रकारची समस्या निर्माण होण्याचे कारण म्हणजे ध्वनिलहरी प्रकाश किंवा विद्युतलहरींच्या मानाने बऱ्याच मंद गतीने प्रवास करतात. प्रकाश किंवा विद्युतलहरींची गती दर सेकंदास १,८६,००० मैल असते तर ह्या उलट ध्वनिलहरींची गती दर सेकंदास सुमारे १,१०० फूट (३७० यार्ड किंवा ३३० मीटर) असते. ह्याचा प्रत्यक्ष आपणापैकी कित्येकास क्रिकेटची मॅच बघताना आलेला असेल. फलंदाजाने बॅट्स बॅटचा फटकारा मारल्यानंतर फलंदाजापासून ३७० यार्ड अंतरावर बसलेल्या प्रेक्षकास बॅटच्या फटकान्याचा आवाज जवळजवळ एक सेकंदानंतर ऐकू येतो. आता अशी कल्पना करा की फलंदाजजवळ हा आवाज शेलण्यासाठी एक मायक्रोफोन ठेवला असून अॅम्प्लिफायर-तर्फे प्रवर्धित झालेला हा आवाज प्रेक्षकाच्या नजीक उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्समधून ऐकण्याची व्यवस्था केलेली आहे. अशा परिस्थितीत लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणारा आवाज बॅटच्या फटकान्या-बरोबर लगेच ऐकू येईल व नंतर सुमारे एक सेकंदाच्या कालांतराने प्रत्यक्ष बॅटच्या फटकान्यामुळे निर्माण झालेला आवाज ऐकू येईल. थोडक्यात म्हणजे एक सेकंदाचे कालांतर असलेल्या दोन स्वतंत्र ध्वनिलहरी प्रेक्षकास अशा परिस्थितीत ऐकू येतील.

ज्या सभागृहामध्ये अनेक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी केलेली असते अशा सभागृहामध्ये बसलेल्या श्रोत्यांस ध्वनिलहरींच्या कालमानात अंतर पडल्याने एकच शब्द श्रोत्यांपासून निरनिराळ्या

अंतरावरील लाऊडस्पीकर्समधून अनेकदा ऐकू येतो. आकृती ८-१४ मध्ये फुलीने दर्शविलेल्या जागी बसलेल्या श्रोत्यास निरनिराळ्या अंतरावरील लाऊडस्पीकर्समधून एकच आवाज कालांतराने अनेकदा कसा ऐकू येईल हे दर्शविले आहे.



आकृती ८-१४

मानल्यामुळे ह्या उदाहरणात कालांतर सुमारे एक सेकंदाचे असते, असा निर्देश नुक्ताच केला होता. वास्तविक पाहता एक सेकंदाचे कालांतर काही जास्त कालावधी नाही. परंतु ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत १०० फूट अंतरावर होणारे सुमारे $\frac{1}{3}$ सेकंदाचे किंवा १०० मिलीसेकंदाचे कालांतरही जास्त असते असे म्हणावे लागेल. आवाजातील स्पष्टपणा व सुबोधता अबाधित राहण्यासाठी ५० किंवा ६० मिलीसेकंदाचे कालांतरही चालू शकत नाही.

क्रिकेट मॅचच्या व्यावहारिक उदाहरणात प्रेक्षक

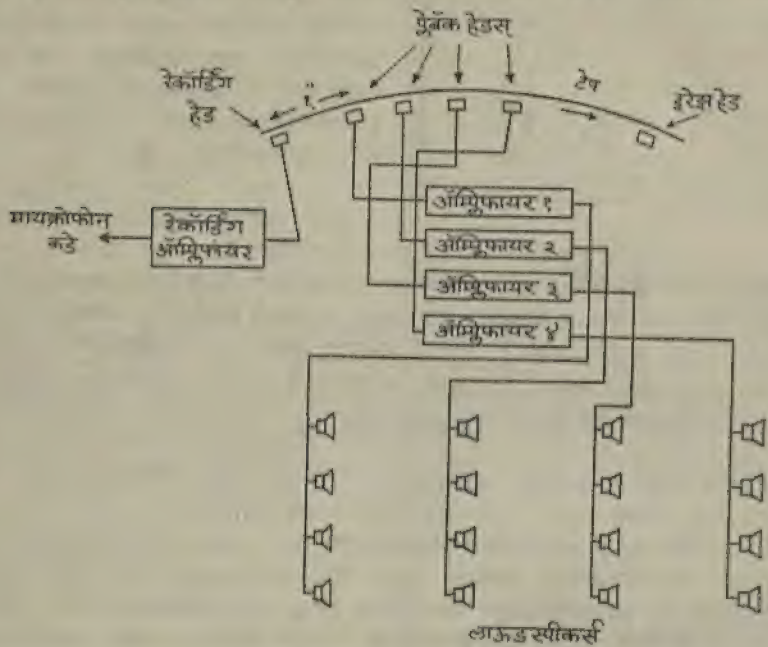
फलंदाजापासून ३७० यार्ड अंतरावर असल्याचे

वर वर्णन केलेली कालमानात पडणाऱ्या अंतराने (time lag) निर्माण होणारी समस्या सोडविण्यासाठी गतकालापासून निरनिराळ्या काही उपाययोजना अंमलात आणल्या गेल्या आहेत. अर्थात्, त्या सर्वांचे उद्दिष्ट एकच आणि ते म्हणजे श्रोत्यास निरनिराळ्या अंतरावरील लाऊडस्पीकर्समधून एकच शब्द कालांतराने अनेकदा ऐकू न येईल अशी व्यवस्था करणे. अशा व्यवस्थेत ध्वनिलहरीच्या मूळ उगमस्थानापासून किंवा इतरच दुसऱ्या लाऊडस्पीकर्समधून निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींना विवक्षित जागी पोहोचण्यास जेवढे कालांतर लागेल तेवढ्या कालविलंबानंतर (time delay) अशा विवक्षित जागी असलेल्या लाऊडस्पीकर्समधून त्या ऐकू येतील अशी योजना करणे. अशी योजना केली म्हणजे विवक्षित लाऊडस्पीकरच्या नजीक बसलेल्या व्यक्तीस इतर सर्व लाऊडस्पीकर्समधून एकच शब्द अनेकदा ऐकू न येता एकाच वेळी ऐकू येतो व त्यामुळे बक्त्याच्या संभाषणात दुर्बोधता निर्माण होत नाही.

सर्वसामान्य परिस्थितीत लाऊडस्पीकर स्तंभाचा बापर करून कालमानातील अंतराची (Time lag) समस्या आपोआप सुटते. सामान्यतः मोठ्या सभागृहामध्ये देखील एक किंवा दोन लाऊडस्पीकर स्तंभांच्या जोड्या वापरून काम भागत असल्याने कालमानातील अंतराची समस्या प्रकटित भासत नाही.

अत्याधुनिक व प्रगत योजनांसाठी कृत्रिमरीत्या कालविलंब (Time delay) निर्माण करण्यासाठी टेपरेकॉर्डरचा वापर करणारी एक अभिनव योजना बरीच प्रचलित आहे. आकृती ८-१५ मध्ये अशा योजनेचा एक आराखडा नमुन्यादाखळ दिला आहे. आकृतीमध्ये अखंड फिरती असलेली टेप दर्शविली आहे. ह्या टेपच्या साहाय्याने काल विलंब निर्माण करणे शक्य होते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत्लहरी रेकॉर्डिंग

अॅम्प्लिफायरतर्फे प्रवर्धित केल्या जातात व त्यांची रवानगी रेकॉर्डिंग हेडकडे केली जाते व त्यामुळे कार्य-
क्रमाचे टेपवर मुद्रण होते. रेकॉर्डिंग हेडनंतर असलेल्या निरनिराळ्या प्लेबॅक हेड्सतर्फे टेपवरील ध्वनि
मुद्रणाची पुनरुत्पत्ती करता येते. टेपवर मुद्रण झाल्यानंतर प्रत्येक प्लेबॅक हेडतर्फे अशा मुद्रणाची
पुनरुत्पत्ती होण्याचा कालावधी टेपच्या भ्रमणाची गती व रेकॉर्डिंग हेड आणि विवक्षित प्लेबॅक हेड



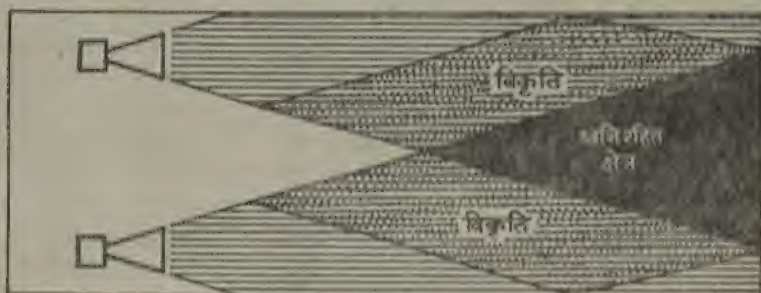
आकृती ८-११

ह्यांमधील अंतरावर अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, टेपची गती जर दर सेकंदास ३० इंच असेल आणि रेकॉर्डिंग हेड व प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतर एक इंच असेल तर पुनरुत्पत्तीचा कालावधी सुमारे ३३ मिलीसेकंद असतो. रेकॉर्डिंग हेड व विवक्षित प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतर कमी अधिक कलून हा कालावधी पाहिजे तेवढा निश्चित करता येतो. प्रत्येक प्लेबॅक हेडची जोडणी आकृतीमध्ये दाखविल्या-
प्रमाणे एका स्वतंत्र अॅम्प्लिफायरशी केलेली असते व त्यामधून प्रवर्धित झालेल्या लहरी विवक्षित जागी उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकरशी संबंधित केलेल्या असतात. रेकॉर्डिंग हेड व प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतराची योग्य जुळवणी कलून विवक्षित लाऊडस्पीकरमधून उत्पन्न होणाऱ्या ध्वनिलहरीं-
मध्ये आवश्यक तेवढा कालविलंब (Time delay) निर्माण करता येतो. सर्व प्लेबॅक हेड्सनंतर "इरेज हेड" बसविलेले असते. टेप ह्या सर्व प्लेबॅक हेडच्या पुढील बाजूवरून पुढे सरकल्या नंतर ती इरेज हेड पुढे आल्यानंतर टेपवरील मुद्रण पुसले जाते. टेप अखंड दीर्घतेने भ्रमण करीत असल्याने ध्वनिमुद्रणाची, ध्वनि पुनरुत्पत्तीची व ध्वनिमुद्रण पुसून नाहीसे करण्याची क्रिया अखंड चालू राहाते.

लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (Loudspeaker phasing)

विशेषतः बंदिस्त जागी जेव्हा दोन किंवा अधिक लाऊडस्पीकर्सची एकाच जोडतारेची किंवा आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉइलशी जोडणी करून त्यांची उभारणी जेव्हा एकमेकांच्या सान्निध्यात केलेली असते तेव्हा त्यांची 'एकतालता' (phasing) साधण्याचे तांत्रिक पथ्य मोठ्या कटाक्षाने पाळणे आवश्यक असते. त्या दृष्टीने प्रथम 'एकतालता' म्हणजे काय ह्या विषयीचे थोडक्यात विवेचन येथे केले पाहिजे.

ह्यासाठी अशी कल्पना करा की, खाल्य विस्तृत लहरीची पुनरुत्पत्ती होते वेळी एकमेकांच्या सान्निध्यात असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सपैकी एका विवक्षित शृंगाला पहिल्या लाऊडस्पीकरची कॉइलस कॉइल व शंक्वाकृती पडदा (Cone) लाऊडस्पीकर चुंबकापासून दूर आकर्षिला जात आहे. अशा वेळी गतीकच असलेल्या दुसऱ्या लाऊडस्पीकरची कॉइलस कॉइल व शंक्वाकृती पडदा जर विपरीत दिशेने म्हणजे त्याच्या चुंबकाकडे आकर्षिला जात असेल तर पहिल्या लाऊडस्पीकरच्या आवाजाने दुसऱ्या लाऊडस्पीकरच्या आवाजात कपात होऊन एका विवक्षित क्षेत्रात कॉइलस आवाज ऐकू येत नाही असे



आकृती ८-११

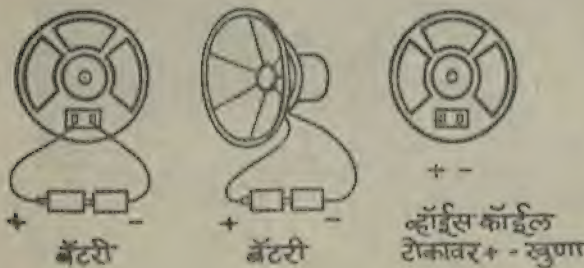
'अविवक्षित क्षेत्र' किंवा अविवक्षित क्षेत्र निर्माण होते व इतर काही ठिकाणी आवाजात एक प्रकारची चमत्कारिक विकृती (Distortion) उत्पन्न होत असल्याचे प्रत्यक्ष येते. आकृती ८-११ पहा. एकमेकांच्या सान्निध्यात असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सची तोंडे जेव्हा एकाच दिशेने असतात तेव्हा कोणत्याही विवक्षित शृंगाला दोन्ही लाऊडस्पीकर्सचे शंक्वाकृती पडदे (Cones) पुढे किंवा मागे एकतालतात हाच फार आवश्यक असतो. ह्याचा अर्थ एका लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा जेव्हा पुढील दिशेने हालतो त्याच वेळी दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा पुढील दिशेने हालतो व एका लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा जेव्हा मागील दिशेने हालतो त्याच वेळी दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदाही मागील दिशेने हालतो. ह्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची 'एकतालता' असे म्हणतात. लाऊडस्पीकर्सची अशी 'एकतालता' साधली नसली म्हणजे जर उल्लेख केलाप्रमाणे अविवक्षित क्षेत्र अगर आवाजातील विकृती निर्माण होत नाही. विशेषतः कधीच्या लाऊडस्पीकर्सचा बाबतीत 'एकतालता' (phasing) साधणे अत्यंत महत्वाचे असते.

लाऊडस्पीकर्सची 'एकतालता' (phasing) साधली गेली आहे किंवा नाही हे तपासण्यासाठी आपणही जाणारी एक श्रवण साधनी व सोपी पद्धत म्हणजे दोन लाऊडस्पीकर्सच्या कशेत असलेल्या सान्निध्यात जागी लाऊडस्पीकर्सच्या समोर उभे राहून दोन्ही लाऊडस्पीकर्सपासून ऐकू येणारा

आवाज ऐकणे, असे करीत असताना दोन्हीपैकी कोणत्याही एका लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडलेली जोडतारेची टोके पालटून पहावीत. लाऊडस्पीकरची एकतालता (phasing) साधलेली नसेल तर दोन्ही लाऊडस्पीकरसंमधून ऐकू येणाऱ्या आवाजात कमजोरपणा व विकृती निर्माण झालेली आडवून येईल. ह्या उलट, एकतालता साधली गेली तर दोन्ही लाऊडस्पीकरसंमधून ऐकू येणाऱ्या आवाजाच्या दर्जात व पातळीत लगेच जाणवेल इतका फरक पडेल.

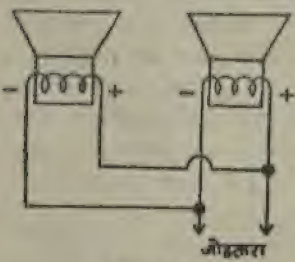
“एकतालता” साधण्याच्या दुष्टीने दुसरी एक अधिक निश्चित स्वरूपाची उपाययोजना सामान्यतः वापरली जाते व ती बरीच प्रचलित आहे. ह्या उपाययोजनेप्रमाणे लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या टोकांवर विशिष्ट अशा शृणा करून ठेवता येतात व ह्या शृणांच्या सहाय्याने लाऊडस्पीकरची एकतालता साधण्यास मदत होते. लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या टोकांवर अशा शृणा करण्यासाठी १.५ ते ३ व्होल्ट विद्युतदाबाच्या बॅटरीचा उपयोग करता येतो. ह्या शृणा करण्यासाठी खालील कृती वापरली जाते.

बॅटरीच्या धन व ऋणाग्रची प्रथम एका लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलच्या टोकाशी जोडणी करून पहावी. बॅटरीच्या विद्युतदाबामुळे बॅटरीची अशी जोडणी केल्याबरोबर लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पडद्याची पुढे किंवा मागे तात्काळ हालचाल झालेली दिसेल. पडद्याची कोणत्या दिशेला हालचाल झालेली आहे ह्याची नोंद घ्यावी. अशी कल्पना करा की आकृती ८-१७ मध्ये दर्शविल्या-



आकृती ८-१७

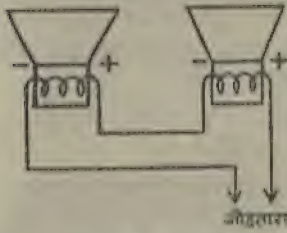
प्रमाणे लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पडद्याची हालचाल पुढील दिशेस होत आहे. अशा परिस्थितीत लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या ज्या टोकाशी बॅटरीचे धनाग्र जोडलेले असेल त्या टोकावर + शृण करावी व ज्या टोकाशी बॅटरीचे ऋणाग्र जोडलेले असेल त्या टोकावर - शृण करावी. ह्याच पद्धतीने इतर दुसऱ्या लाऊडस्पीकरची चाचणी करावी. बॅटरीच्या ज्या जोडणीत शंक्वाकृती पडद्याची पुढील दिशेस हालचाल होईल त्या जोडणीत बॅटरीचे धनाग्र व्हॉईस कॉईलच्या ज्या टोकाशी जोडलेले असेल त्यावर + शृण व ऋणाग्र ज्या टोकाशी जोडलेले असेल त्यावर - शृण करावी. लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईल टोकांवरील अशा + व - चिन्हांच्या शृणांच्या सहाय्याने लाऊडस्पीकरची “एकतालता” साधण्यासाठी योग्य जोडणी करणे सुलभ जाते. उदाहरणार्थ, दोन लाऊडस्पीकरची जेव्हा समान्तर जोडणी करावयाची असते तेव्हा एका लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे + अशी शृण केलेले टोक दुसऱ्या लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या + अशी शृण केलेल्या टोकास व - अशी शृण असलेले



आकृती ८-१८

टोक - अशी खूण असलेल्या टोकास जोडले व नंतर त्यांची सामाईक जोडतारेची जोडणी केली म्हणजे लाऊडस्पीकर्सची एकतालता आपोआप वाढली जाते. आकृती ८-१८ पाहा.

दोन किंवा अधिक लाऊडस्पीकर्सची जेव्हा एकसरी जोडणी करावयाची असते तेव्हा एका लाऊडस्पीकरच्या व्हाईस कॉइलचे + अशी खूण असलेले टोक दुसऱ्या लाऊडस्पीकर व्हाईस कॉइलच्या - अशी खूण असलेल्या टोकाशी व नंतर पहिल्या लाऊडस्पीकरचे - अशी खूण असलेले टोक व दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचे + अशी खूण असलेले टोक सामाईक जोडतारेची जोडले म्हणजे दोन लाऊडस्पीकर्सची एकतालता निश्चितपणे साधता येते. आकृती ८-१९ पाहा.



आकृती ८-१९

दोनपेक्षा अधिक लाऊडस्पीकर्सची समान्तर किंवा एकसरी जोडणी करताना बरील तत्वांचा अवलंब केल्यास त्या सगळींची एकतालता निश्चितपणे साधता येते.

लाऊडस्पीकर्स एकमेकांच्या साभिध्यात असले तरच एकतालता आवश्यक असते. लाऊडस्पीकर्स एकमेकांभामुन बऱ्याच दूर अंतरावर असतील तर त्यांच्या कार्यात एकतालता असण्याची गरज नसते. त्याचप्रमाणे दोन लाऊडस्पीकर्स एकमेकांच्या साभिध्यात असले परंतु त्यांची तोंडे जर एकमेकांविरुद्ध असली तर त्यांच्या हालचालीत "एकतालता"

असता त्यामा नये हे येथे मुद्दान नमूद केले पाहिजे. ह्याच कारण म्हणजे विरुद्ध दिशेस तोंडे असलेल्या लाऊडस्पीकर्सच्या शक्तीकृति पडद्याची विरुद्ध दिशेची हालचाल ध्वनि पुनरुत्पत्तीच्या दृष्टीने एकमेकास पोषक असल्याने अशा परिस्थितीत अशा प्रकारची विरुद्ध दिशेची हालचाल आवश्यक असते.

□ □ □



काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे विविध क्षेत्रांत वापरल्या जातात आणि अशा विविध क्षेत्रांच्या म्हणून काही विशिष्ट समस्या आढळून येतात. त्या समस्या लक्षात घेऊन योग्य उपकरणांची व साधनसामग्रीची निवड ह्या व्यवस्थांसाठी करावी लागते. ह्या प्रकरणात काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थाविषयीचे समालोचन केले आहे.

लहान सभागृहे

संभाषणे, संगीत कार्यक्रम वगैरेंसारख्या कार्यक्रमांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या लहान सभागृहांमध्ये विशिष्ट सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांचा (Acoustics) आवाजाच्या सुस्पष्टतेवर सामान्यतः फारसा गंभीर असा परिणाम सहसा होत नाही असे जाळते. त्यादृष्टीने अशा लहान सभागृहांमध्ये एक मोठा कॅबिनेट लाऊडस्पीकर वापरता येतो व तो सभागृहात स्टॅजच्या नुमारे १०-१२ फूट उंचीवर बसविता येतो. सर्व श्रोत्यांना कार्यक्रम सांगल्या प्रकारे ऐकू शका ह्यासाठी लाऊडस्पीकर कॅबिनेट श्रोत्यांकडे योग्य तसे कळते करून बसविता येते. सामान्यतः लहान सभागृहातील कार्यक्रमांसाठी रिबन व मुल्टिग कॉर्नर मायक्रोफोन्स विशेष वापरले जातात. ह्या दोन्ही मायक्रोफोन्सच्या आवाजाचे गरज असल्यास मिश्रण करण्याची सोय आवश्यक असते. शिवाय घासोफोन रेकॉर्ड वाजविण्यासाठी रेकॉर्ड प्लेअरची सोयही सामान्यतः केली जाते. लहान सभागृहांमध्ये जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची गरज नसते, त्यामुळे सुमारे २० वॉट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो.

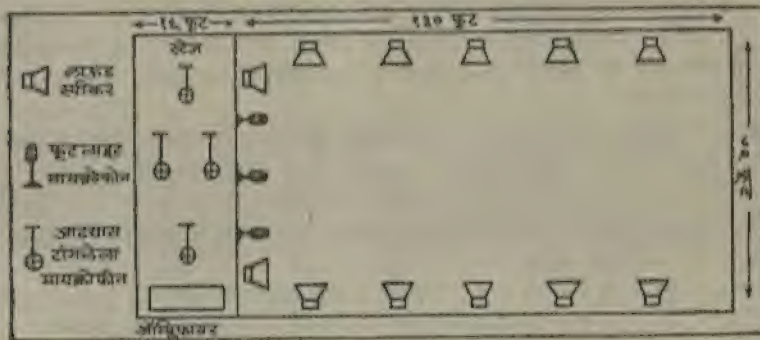
मोठे सभागृह

मोठ्या सभागृहांमध्ये प्रसंगानुरूप विविध प्रकारचे कार्यक्रम केले जातात. उदाहरणार्थ, (१) संभाषणाचे कार्यक्रम, (२) नाटकांचे व संगीताच्या बैठकीचे कार्यक्रम, (३) प्रदर्शन व त्यासाठी आवश्यक पादवंसंगीत, (४) नृत्य, नकला, जाकूचे प्रयोग वगैरेंसारखे कार्यक्रम व त्यासाठी घासोफोन रेकॉर्ड्स वाजविणे. अशा निरनिराळ्या कार्यक्रमांसाठी आवश्यक व योग्य फेरबदल करता येतील अशी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था उभारणे इष्ट असते.

मोठ्या सभागृहांमध्ये वापरले जाणारे लाऊडस्पीकर्स मितीवर ८-१० फूटांच्या उंचीवर कालत्या कॅबिनेटमध्ये उभारले जातात व असे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स अंतराअंतरावर योग्य जागी बसविता येतात. सामान्यतः ३ वॉट विद्युतबलाच्या अशा लाऊडस्पीकर्समधून योग्य जुळवणीचे ट्रॅन्सफॉर्मर्सही पुरविलेले असतात. शक्य असल्यास आवाजाची पातळी कमी जास्त करण्यासाठी प्रत्येक लाऊडस्पीकरकरिता स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोलची सोय असणे फायदेशीर असते. कित्येकदा लाऊडस्पीकर्स सभागृहाच्या भिंतींमध्ये कायमने बसवून दिलेले असतात आणि त्यांचे संरक्षण व्हावे ह्यासाठी त्यावर जाळीचे आच्छादन (Grille frame) बसविलेले असते. आकृती ५-७ (प्रकरण ५) पाहा.

मोठ्या सभागृहांमध्ये किमान चार मायक्रोफोन्स व त्यांच्या आवाजाचे आवश्यक वाटल्यास मिश्रण करण्याची व्यवस्था, त्याचप्रमाणे विविध गतीवर चालणाऱ्या रेकॉर्ड्स वाजविण्यासाठी रेकॉर्ड प्लेअरची व रेकॉर्ड्सच्या आवाजाचे पाहिजे त्या मायक्रोफोनच्या आवाजाची मिश्रण करण्याची सोय असणे आवश्यक असते. विशिष्ट मायक्रोफोन चालू किंवा बंद करण्यासाठी प्रत्येक मायक्रोफोन्समध्ये नियंत्रची सोय असते. मोठ्या सभागृहांत वापरायच्या मायक्रोफोन्समध्ये ही सोय आवश्यक असते. आवश्यक वाटल्यास सभागृहांमध्ये रेडिओ कार्यक्रम ऐकविण्याची सोय व्यवस्था असणे फायदेशीर असते.

मोठ्या सभागृहासाठी सामान्यतः ६० वॅट विद्युतबलाचा अॅम्प्लिफायर पुरेसा असतो. परंतु सभागृहाच्या गॅलरीमध्ये अधिक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करण्यासाठी सामान्य गरजेपेक्षा २०



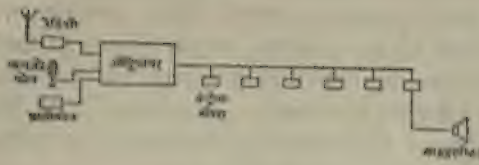
आकृती ९-१

टक्के अधिक विद्युतबल पुरवू शकेल अशा अॅम्प्लिफायरची निवड करणे इष्ट असते. मोठ्या सभागृहात वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एक आराखडा नमुन्यादाखल आकृती ९-१ मध्ये दर्शविला आहे.

शाळा

शाळांमध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था प्रायः रेडिओवर प्रक्षेपित केले जाणारे शिक्षणविषयक कार्यक्रम क्षेपित करण्यासाठी वापरली जाते. परंतु तिथे गीत स्वरूपाचे उपयोग म्हणजे संगीत कार्यक्रम, संभाषणाची कला शिकविण्याचे कार्यक्रम, निवेदने आणि इतर सामाईक कार्यक्रम क्षेपित करणे. शाळेमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे, साधनसामग्री कणकर बनावटीची असणे तर आवश्यक असतेच, परंतु त्या व्यतिरिक्त विद्यार्थ्यांच्या बोड्या व उपद्रव्यापासून दूर जागी म्हणजे सामान्यतः दुर्गम स्थळी त्यांची उभारणी करणे अत्यावश्यक असते. दुसरी एक महत्त्वाची खबरदारी म्हणजे शाळेतील मुलांना इलेक्ट्रिक पुरवठ्यापासून विजेचा धक्का न बसेल किंवा इतर उपकरणांपासून किंवा साधनसामग्रीपासून त्यांना अपाय होऊ शकणार नाही अशी व्यवस्था करणे फार अगत्याचे असते.

शाळेच्या प्रत्येक वर्गासाठी २५ वॅट विद्युतबलाचा लाऊडस्पीकर सामान्यतः वापरला जातो. प्रत्येक वर्गासाठी २५ वॅट ह्या हिशेबाने जितके वर्ग असतील त्यांच्या प्रमाणात एकूण विद्युतबलाचा



आकृती ९-२

पुरवठा करणाऱ्या अ‍ॅम्प्लिफायरची निवड केली जाते. प्रत्येक वर्गात लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी एक "कंट्रोल बॉक्स" वापरली जाते. ह्या कंट्रोल बॉक्समध्ये लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी टेलिफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जॅकसारखा जॅक बसविलेला असतो

व लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉर्डलशी जोडलेला फ्लग ह्या जॅकमध्ये बसवून लाऊडस्पीकरची अ‍ॅम्प्लिफायरशी जोडणी करता येते. आकृती ९-२ पाहा.

ग्रामोफोन रेकॉर्ड्स वाजविण्यासाठी १०-१२ वॉट विद्युत्बल असलेल्या स्वतंत्र अ‍ॅम्प्लिफायरचा वापर केलेला पोटॅबल रेकॉर्ड प्लेअर वापरणे सोयीचे असते. अशा रेकॉर्ड प्लेअर अ‍ॅम्प्लिफायरची जोडणी वर वर्णन केलेल्या जॅकशी केलेली असते. लाऊडस्पीकरची ह्या जॅकशी जोडणी केली ती रेकॉर्ड ऐकविता येतात.

शाळेतील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वर्ग बदलण्याची सूचना देण्यासाठी किंवा वेळ समजण्यासाठी कालनिर्देशक संदेश (time signals) देण्याची सोय आवश्यक असते.

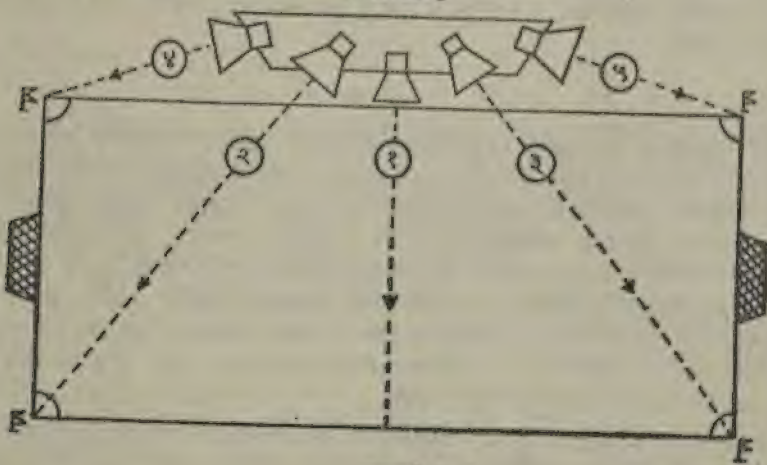
संभाषणाची कला शिकविण्यासाठी आणि विशेषतः शाळेतील मुलांना आपल्या चुका समजावून देण्यासाठी व त्या सुधारण्यासाठी पादचात्य देशात टेपरेकॉर्डरचा उपयोग दिवसेंदिवस अधिक प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागला आहे.

ग्रामीण विभागात जेव्हा विजेचा पुरवठा उपलब्ध नसतो तेव्हा ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी बॅटरीवर चालणारी किंवा व्हायब्रेटरचा उपयोग केलेली उपकरणे वापरली जातात.

फुटबॉल ग्राऊंड

आकृती ९-३ मध्ये फुटबॉल ग्राऊंडवर वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा आराखडा दर्शविला आहे.

ॲन्ड स्टॅन्ड



आकृती ९-३

(३) कारखान्याच्या आवारात कोठेही काम करीत असलेल्या कामगारांना सूचना किंवा आज्ञा द्यावयाची असल्यास त्यासाठी आवश्यक व्यवस्था. ह्यास इंग्रजीत "पेजिंग" (Paging) असे म्हणतात.

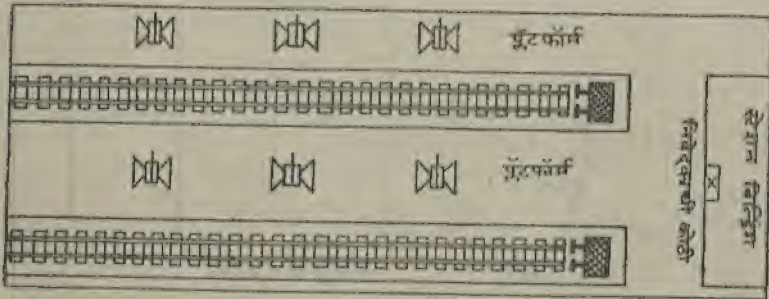
(४) दिवसाच्या कांही निवडक वेळी पाहणे संगीत कार्यक्रम क्षेत्र करण्याची व्यवस्था. ह्यासाठी "आपली आवाज" म्हणून कामगारांच्या पसंतीच्या ग्रामोफोन रेकॉर्ड्स वाजविण्याची व्यवस्था कित्येक कारखान्यांमध्ये केली जाते.

ज्या कारखान्यात किंवा फॅक्टरीत एखाद्या मालाचे अखंड व सतत उत्पादन केले जाते, त्या कारखान्याच्या निरनिराळ्या विभागांमध्ये एकसूत्रता (coordination) साधण्यासाठी आणि विशेषतः जे विभाग एका विभागाच्या दृष्टीपथात नसतात अशा विभागांना एकमेकांशी संपर्क साधून विचारविनिमय करण्यासाठी व नंतर कामगारांना आवश्यक आदेश व सूचना देण्यासाठी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अतिशय उपयोगी पडते.

मालाचे जलद गतीने उत्पादन करतेवेळी कांही विशिष्ट चांचण्या किंवा परीक्षण करणाऱ्या नियंत्रण विभागातील तंत्रज्ञांना ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या साहाय्याने संबंधित विभागांना त्वरित सूचना व आदेश देणे शक्य होते.

रेल्वे स्टेशन

आकृती ९-५ मध्ये रेल्वे स्टेशनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एक नमुनेबजा आराखडा दर्शविला आहे.



आकृती ९-५

रेल्वे स्टेशनांवर सामान्यतः निवेदने व घोषणा करण्याचीच आवश्यकता असते व त्यासाठी मुझिंग कॉईल किंवा क्रिस्टल मायक्रोफोन्स वापरले जातात. लाऊडस्पीकर्सही मध्यम दर्जाच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचे (frequency response) असतात. दर सेकंदास ३०० ते ३५०० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यातील ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद पुरेसा असतो.

रेल्वे स्टेशनात वापरण्यात येणारे लाऊडस्पीकर्स सामान्यतः प्रकरण ५ आकृती ५-१६ मध्ये दर्शविलेले दोन्ही विरुद्ध दिशांना आवाजाचे क्षेपण करणारे कण्येचे लाऊडस्पीकर्स असतात. रेल्वे स्टेशनात त्यांची उभारणी जमिनीपासून ८ ते १० फूट उंचीवर केलेली असते व दोन लाऊडस्पीकर्स-मधील अंतर सुमारे ४० ते ५० फूट असते.

रेल्वे स्टेशनाच्या इतर भागात लहान कप्प्यांचे रिप्लेंट लाऊडस्पीकर्स भितीवर किंवा बाबावर टांगून बसविलेले असतात व त्यांच्या कप्प्यांची तोंडे खालील बाजूस कलती केलेली असतात. सर्वसामान्य रेल्वे स्टेशनात ३-६ वॉट विद्युतबल हाताळणारे लाऊडस्पीकर्स आवश्यक असतात, कारण स्टेशनातील गोंगाट गलबल्याची पातळी बरीच जास्त असते. रेल्वे स्टेशनात वापरले जाणारे लाऊडस्पीकर्स कणखर बनावटीचे व ऊन, वारा, पाऊस ह्यांपासून बचाव होईल अशा खास बनावटीचे असणे आवश्यक असते. विशेषतः रेल्वे स्टेशनात धुळ, धूर व पाण्याची वाफ (स्टीम) एंजिने वापरली जात असल्यास) ह्यांपासून लाऊडस्पीकर्सना योग्य संरक्षण देणे ह्म असेल. रेल्वे स्टेशनातील रिफ्लेक्ट क्लम, वेटिंग क्लममध्ये सामान्यतः कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात.

सामान्यतः मध्यम किंवा मोठ्या रेल्वे स्टेशनात गुमारे २० लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात. त्यादृष्टिने रेल्वे स्टेशनातील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी किमान १५० वॉट विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची गरज असते.

रेल्वे स्टेशनावरील निवेदकाला ध्वनि अभेश कोठीत (sound proof chamber) बसणे आवश्यक असते. ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांच्या (acoustics) दृष्टीने रेल्वे स्टेशन हे एक समस्या निर्माण करणाऱ्या स्थळांचे एक उत्कृष्ट उदाहरण असते असे म्हणावयास हरकत नाही. लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित झालेला आवाज स्टेशनाच्या इमारतीत घुमू लागला तर आवाजात विकृति (distortion) निर्माण होण्याची व कित्येकदा ध्वनिप्रतिपुटीचा (acoustic feedback) उपद्रव प्रकट होणे जाणवण्याची शक्यता असते.

रेल्वे स्टेशनाच्या आजूबाजूच्या वस्तीतील लोकांना रात्रीच्या वेळी स्टेशनावर केल्या जाणाऱ्या निवेदनामुळे व घोषणांमुळे त्रास होऊ नये ह्यासाठी आवाजाची पातळी आवश्यक तितकी कमी करण्याची व्यवस्था असणे आवश्यक असते.

विमानतळ

कारखान्यासाठी ज्या प्रकारची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वापरली जाते तशाच प्रकारची व्यवस्था विमानतळासाठी वापरली जाते, परंतु विमानतळावर विमानांचा घरघर आवाज बऱ्याच जास्त प्रमाणात असल्यामुळे त्या विषयीचा विचार फार महत्त्वाचा असतो. विमानतळावरील विश्राम-गृहात बसविण्यात येणारे बहुतेक लाऊडस्पीकर्स कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स असतात व त्यांची उभारणी शक्यतो उंच जागी केलेली असते. विश्रामगृहाव्यतिरिक्त इतर खुल्या जागी निवेदने क्षेपित करण्यासाठी एक्सपोजिशनल लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात, कारण अशा खुल्या जागी आवाज दूर अंतरावर पोहोचावा ही आवश्यकता तर असतेच परंतु त्या व्यतिरिक्त विमानांच्या एंजिनाच्या घरघराटाशी अशा परिस्थितीत मुकाबला करणे आवश्यक असते.

विमान तळावर सामान्यतः चार कप्प्यांचे लाऊडस्पीकर्स, सहा कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स व ऑफिसां-साठी लहान आकाराचे आठ कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स वापरलेले असतील तर ७५ वॉट विद्युतबलाचे दोन ॲम्प्लिफायर्स पुरेसे असतात. अधिक मोठ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी अधिक ॲम्प्लिफायर्सची आवश्यकता भासते व एकूण लाऊडस्पीकर्सची संख्या जमेल धरून किती अधिक विद्युतबलाची तरतूद करावी हे ठरविता येते.

विमानतळावरील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निरनिराळे लाऊडस्पीकर्स आवश्यक त्या वेळी व योग्य ठिकाणी कार्यान्वित करण्यासाठी जी समीक्षण पॅनल (control panel) वापरली जाते तिची विशेष देखभाल करणे आवश्यक असते. निवेदनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या दोन मायक्रोफोन्स-

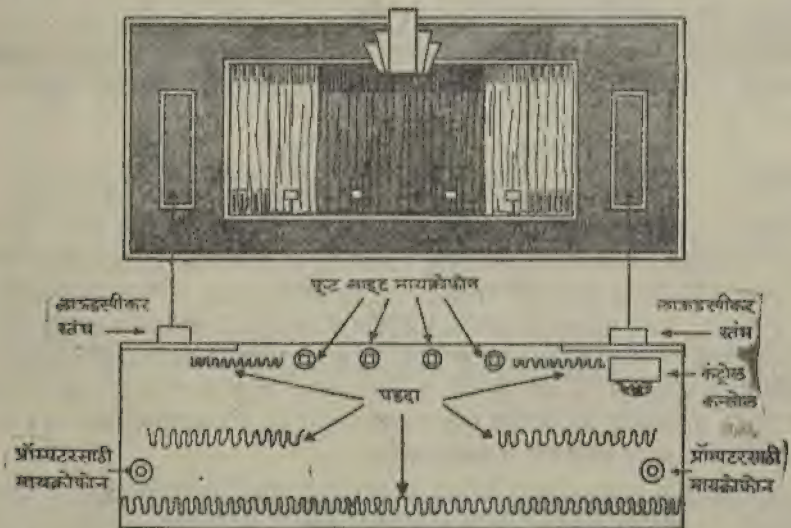
फोन्सपैकी एक साहाय्यक मायक्रोफोन म्हणून राखून ठेवलेला असणे इष्ट असते म्हणजे एकामध्ये विघाड झाल्यास दुसरा ताबडतोब उपयोगात आणता येतो.

विमानतळावर कित्येकदा बऱ्याच दूर अंतरावर लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करावी लागते. अशा वेळी दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सना पुरविल्या जाणाऱ्या श्राव्य बिद्युत लहरींचे पुनःप्रवर्धन करण्यासाठी "रिपीटर अॅम्प्लिफायर" (Repeater Amplifier) वापरण्याची कित्येकदा आवश्यकता असते.

नाटकाचे थिएटर

सर्वसामान्य थिएटरमध्ये स्टेजच्या पुढे ३ ते ५ फूट इंची फूटलाइट मायक्रोफोन्स वापरले जातात व प्रॉम्पटरसाठी (नटांना पडद्यामागून भाषणाच्या पुढच्या भागाची आठवण करून देणाऱ्या व्यक्तीसाठी) एका स्टॅन्डवर उभारणी केलेला मायक्रोफोन वापरला जातो.

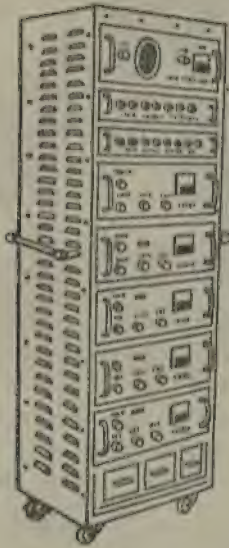
स्टेजच्या बाहेरील दोन बाजूंवर प्रत्येक बाजूस एक ह्याप्रमाणे शक्तिमान कॉन्बिनेट लाऊडस्पीकर्स बसविलेले असतात व प्रॉम्पटरसाठी नटांच्या भाषणाचा आवाज अगदी हळूवार ऐकू यावा ह्यासाठी एक छोटा लाऊडस्पीकर वापरलेला असतो. आकृती ९-६ पाहा.



आकृती ९-६

बाल्कनी व स्टॉलमध्ये बसलेल्या प्रेक्षकांच्या मागील रांगांना आवाज योग्य पातळीत व स्पष्टपणे ऐकू येण्यासाठी दोन्ही बाजूंच्या भितींवर योग्य जागी कॉलम लाऊडस्पीकर्स टांगून बसविलेले असतात. कॉलम लाऊडस्पीकर्सची तोंडे योग्य दिशेला बळवून व कळती करून सर्व प्रेक्षकवर्गास समान ध्वनि-वितरण होईल अशी व्यवस्था केलेली असते.

थिएटरमध्ये वापरण्यासाठी योग्य मायक्रोफोन्सची निवड केली पाहिजे. सामान्यतः ह्यासाठी एकदश म्हणपात्रता असलेले मायक्रोफोन्स वापरले जातात. अशा एकदश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन्साचा वापर केला म्हणजे प्रेक्षकवर्गामधील गोंगाट गलबल्याला मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद मिळत नाही व मुख्य फायदा म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) निर्माण होत नाही.

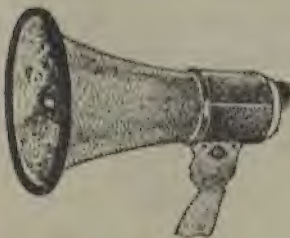


आकृती ९-३

मोठ्या थिएटरमधील ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थांमध्ये आकृती ९-३ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे एका शेलफमध्ये अॅम्प्लिफायर मिक्सर, मॉनिटर (कार्य निरीक्षक साधने) लाऊडस्पीकर विभागणी फलक—ह्या दोन्ही साधनांविषयी माहिती पुढील प्रकरणात दिली आहे—रेकॉर्ड प्लेजर, टेपरेकॉर्डर वसविण्याची सोय केलेली असते. ह्याला इंग्रजीत “कंट्रोल कन्सोल” (Control Console) म्हणतात. लाऊडस्पीकर विभागणी फलकापासून इतरत्र उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकरांची जोडणी करण्याकरता जोडतारा व मिक्सर पासून इतरत्र उभारणी केलेल्या मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याकरता मायक्रोफोन केबल्स टाकणे सोयीचे जाते. ह्या कंट्रोल कन्सोलवरील फलकावर नियंत्रक बटणे, व्हॉल्यूम कंट्रोल, टोन कंट्रोल वसविलेले असतात. ही नियंत्रक साधने फलकावर एका ठिकाणी उपलब्ध असल्याने ध्वनिनिंत्रण आवाजाची पातळी, स्वरधर्म, आवाजाचे मिश्रण करणे सोयीकर होते.

नाटकाच्या वेळी पाक्ष्वसंगीत वाजविण्याची सोय ग्रामो-फोनच्या साहाय्याने करता येते. “साऊंड इफेक्ट” साठी टेपवरील मुद्रित वाजविली जातात आणि त्या दृष्टीने थिएटर-मधील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत टेपरेकॉर्डरचा उपयोग बराच प्रचलित झाला आहे.

फिरतो ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था (Mobile p.a. systems)



आकृती ९-४

स्थानिक निवेदन, घोषणा व जाहिरातीसाठी “लाऊड हेलर्स” (Loud hailers) हल्ली बरेच प्रचलित होऊ लागले आहेत. आकृती ९-४ पाहा. लाऊड हेलर्समध्ये कण्वीच्या लाऊडस्पीकरच्या मागील बाजुवर मायक्रोफोन, छोटा अॅम्प्लिफायर व बॅटरी आणि स्विच ह्यांचा थोडक्या जागेत समावेश केलेला असतो.

अधिक मोठ्या फिरत्या व्यवस्थांमध्ये सर्व उपकरणे व साधनसामग्री एका मोटार गाडीत बसविलेली असतात. अशा व्यवस्थेमध्ये वापरण्यात येणारे कण्वीचे लाऊडस्पीकर गाडीच्या टपावर उभारलेले असतात. ही गाडी रस्त्यातून सावकाश चालवून निवेदने, घोषणा,

आद्विरात वगैरे करता येतात. आकृती ९-९ पाह्या. आवश्यक असल्यास विविधित स्क्वॅटी मोटार उभी



आकृती ९-९

करून बाहेर जमलेल्या श्रोत्यांसमोर एका छोट्या व हातात बाळगता येईल अशा मायक्रोफोनचा वापर करून संभाषण करता येते.

□ □ □

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था—नित्य देखभाल व काळजी आणि कार्यातील विश्वसनीयता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात विश्वसनीयता (Reliability) आणण्याच्या दृष्टीने काही नित्याचे उपक्रम अंमलात आणून तिची योग्य निगा व काळजी घेणे आवश्यक असते. ह्या अवतिरिक्त कार्यातील विश्वसनीयतेच्या दृष्टीने इतरही काही दक्षता घ्यावी लागते. ह्या शेवटच्या प्रकरणात प्रथम ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची देखभाल कशी करावी ह्याविषयीचे विवेचन केले आहे.

नित्य देखभाल व काळजी

ॲम्प्लिफायरची साफसफाई—एक निर्याता उपक्रम म्हणजे व्हॉल्यूम् ॲम्प्लिफायर्सची स्वच्छता ठेवणे व कमजोर झालेले व्हॉल्यूम् बदलून टाकणे. ॲम्प्लिफायर स्वच्छ करण्यासाठी प्रथम व्हॉल्यूम् सॅफ्टिस्मधून काढून घ्यावेत व नंतर एखाद्या मऊ श्रशाच्या साहाय्याने ॲम्प्लिफायर चासीसवरील धूळ, धाण व कचरा साफ करून घ्यावा. अशी साफसफाई करताना विनोदतः व्हॉल्यूम् सॅफ्टिस्म, घटकभागांची जोडणी करण्यासाठी वापरलेल्या जोडपट्ट्या (terminal strips) ह्यांवरील धाण नीट काढून स्वच्छता केली पाहिजे.

ॲम्प्लिफायरची साफसफाई करतानाच ॲम्प्लिफायरमध्ये वापरलेल्या सर्व विद्युतघटकभागांचे निरीक्षण करून कोणते घटकभाग सकृतदर्शनाे शराब झालेले आहेत, उदाहरणार्थ, ट्रॅन्सफॉर्मरमधून लागू पडलेली आर्चे किंवा काय, इलेक्ट्रोस्टॅटिक कॅपेसिटर्स शराब होऊन त्याच्या वरील बाजूवर रासायनिक द्रवाचा पांढुरका थर चढलेला आहे किंवा काय, किंवा त्याच्या रंग बदलून कॅपेसिटर्सचा आकार फुगलेला आहे किंवा काय, टोन व व्हॉल्यूम् कंट्रोल फिरवताना शरशराट (Noise) निर्माण होतो किंवा काय वगैरेसारख्या सहज व्यक्त होणाऱ्या बिघाडांची तपासणी करणे इष्ट असते. बरील तपासणीप्रमाणेच जोडतारांची जोडणी घट्ट आहे किंवा नाही, व्हॉल्यूम् सॅफ्टिस्म रील झालेल्या आहेत किंवा काय ही तपासणीही केली पाहिजे. व्हॉल्यूम् सॅफ्टिस्ममधून पुनः पुन्हा आत बाहेर काढून व्हॉल्यूम् पिना व सॅफ्टिस्म जोडपट्ट्या स्वच्छ करणे आवश्यक असते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे बरेच दिवस चारपलली नसतील तर कार्यक्रमापूर्वी ॲम्प्लिफायर काही काळ प्रत्यक्ष चालवून पाहिला पाहिजे व हे करताना व्हॉल्यूम्, इलेक्ट्रोस्टॅटिक कॅपेसिटर्स, ट्रॅन्सफॉर्मर्स वगैरे घटकभागांची सर्वसामान्य तपासणी केली पाहिजे.

व्हॉल्यूम्ची नियमित तपासणी

ॲम्प्लिफायर विभागातील सर्व व्हॉल्यूम्जची नियमितपणे मधून मधून तपासणी करणे आवश्यक असते. ह्यासाठी व्हॉल्यूम् टेस्टर उपलब्ध असेल तर व्हॉल्यूम्ची तपासणी सहज जबर होते. रमोना रेडिओ व ॲम्प्लिफायर दुसऱ्याचे ज्ञान व अनुभव असेल त्यांनी व्हॉल्यूम् प्लेट, स्पीन गिड व कंट्रोल

ग्रिडवरील विद्युतदावांची नोंद मधून मधून घेतली पाहिजे. अशा विद्युतदाव मोजणीच्या सहाय्याने व्हॉल्ट्ह मंडळाच्या घटकभागांतील संभाव्य दोषांविषयीचा कित्येकदा इशारा मिळू शकतो.

लाऊडस्पीकर्सची तपासणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सचे कार्य चालू आहे किंवा नाही ह्याची नियमित तपासणी केली पाहिजे. लाऊडस्पीकरमधून खडखड आवाज (Rattle) ऐकू येत असेल तर लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईल बूबकाच्या ध्रुवावर घसटत असल्याचे ते सूचक लक्षण असते. लाऊडस्पीकरमध्ये बिघाड असेल तर उत्तम मार्ग म्हणजे उत्पादकांकडे दुरुस्तीसाठी त्यांची रवानगी करणे किंवा चांगले नवीन लाऊडस्पीकर्स बदलून बसविणे.

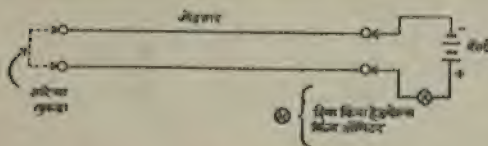
लाऊडस्पीकर कॅबिनेट्स किमान दर सहा महिन्यांनी तरी आतून स्वच्छ केली पाहिजेत. कॅबिनेट वरील जाळीचे आच्छादन स्वच्छ करून ते फळीवर घट्ट बसविले पाहिजे. कर्प्यांच्या लाऊडस्पीकर्सचे बाबतीत ते टांगण्यासाठी वापरलेल्या तारा व सांशळ्या ह्यांची तपासणी केली पाहिजे.

जोडतारांची तपासणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्स जोडणीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडतारा-कित्येकदा बऱ्याच लांबीच्या असतात. ह्या जोडतारांमध्ये त्या कधी कधी खंडित (Open) झाल्याचा किंवा त्यावरील विद्युतविरोधक आवरण निघून गेल्याने त्या एकमेकींस चिकटून संक्षिप्त (Short) झाल्याचा दोष निर्माण होतो. मायक्रोफोन कॅबलमध्ये तारेवरील विद्युत विरोधक आवरण सराब होऊन प्रवाहवाहक तारा चिलखती आच्छादनाशी (Shield) चिकटून संक्षिप्त झाल्याचा बिघाड कधी कधी निर्माण झालेला आढळून येतो.

जोडतारांची अखंडत्वाची तपासणी (Continuity test)

जोडतारा अखंड म्हणजे कोठेही तुटलेल्या नाहीत, सलग आहेत ह्याविषयीची तपासणी (१) बॅटरी आणि (२) हेडफोन्स किंवा दिवा किंवा अॅमिटरच्या साहाय्याने सहज करता येते.



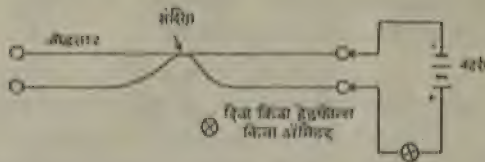
आकृती १०-१

आकृती १०-१ पाहा. ही तपासणी करण्यासाठी जोडतारांची दूर गंतारावरील टोके एखाद्या तारेच्या तुकड्याने एकत्रित जोडावी. दुसऱ्या बाजूच्या टोकांना आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे बॅटरी व बॅटरीशी एकसरी (Series) पद्धतीने दिवा, हेडफोन्स किंवा अॅमिटर जोडून पाहावा. जोडतारा अखंड

बसतील तर दिवा प्रज्वलित झालेला दिसेल, हेडफोन्समधून बॅटरीचा विद्युत प्रवाह वाहिल्यामुळे सरसर आवाज (Click) ऐकू येईल किंवा अॅमिटरवर विद्युतप्रवाहाची नोंद दर्शविली जाईल.

जोडतारा संक्षिप्त (Short) झालेल्या असल्यास त्याची तपासणी

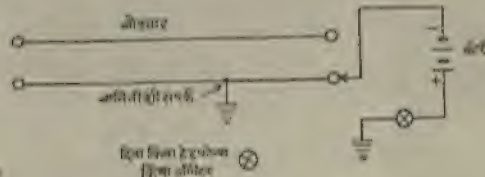
जोडतारावरील विद्युतविरोधक आवरण खराब होऊन निघून गेल्याने जोडतारा एकमेकीस चिकटून संक्षिप्त (Short) झालेल्या असतील तर त्यांची तपासणीदेखील मागील परि-



आकृती १०-२

दिसेल, हेडफोन्समधून खरखर आवाज ऐकू येईल किंवा अँमीटरवर प्रवाह नोंदणी दर्शविली जाईल.

जोडतारेचा जमिनीशी संपर्क (Earthing) झालेला असल्यास त्याची तपासणी



आकृती १०-३

त्यामुळे जोडतारेला बॅटरी व हेडफोन्स जोडल्याबरोबर हेडफोन्समधून खरखर आवाज (Click) ऐकू येतो. परंतु तारेवरील आवरण खराब झाल्याची सुण म्हणजे बॅटरी व हेडफोन्स विलग करतोवेली अधिक जोरदार व फरक कळून येण्याइतका मोठ्याने खरखर आवाज (Click) ऐकू येतो.

कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability)

ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात विश्वसनीयता आणण्यासाठी दोन उपाययोजना सामान्यतः वापरल्या जातात.

(१) बिघाड उत्पन्न झालेल्या उपकरणाऐवजी व साधनाऐवजी जलद बदली करता येण्या-जोगी साहाय्यक प्रतिउपकरणे व साधने (Standby equipment) हाताशी ठेवणे.

(२) ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यातील बिघाड ताबडतोब दर्शविला जाण्यासाठी दृश्य किंवा आवाज स्वरूपात इशारा देणारी कार्यनिरीक्षक साधने (Monitors) वापरणे.

ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या सर्व उपकरणांमध्ये जास्तीत जास्त दगा देणारे उपकरण म्हणजे अँम्प्लिफायर आणि त्या दृष्टीने मोठ्या ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेमध्ये एक सहाय्यक अँम्प्लिफायर नेहमी मदतीसाठी हाताशी ठेवलेला असणे आवश्यक असते. सर्वसामान्यपणे मोठ्या ध्वनिबर्धन

व वितरण व्यवस्थामध्ये दोन किंवा अधिक अॅम्प्लिफायर्स वापरलेले व प्रत्येक अॅम्प्लिफायरसाठी लाऊडस्पीकरच्या वेगवेगळ्या गटांची जोडणी केलेली असतेच. अशा व्यवस्थामध्ये एखाद्या अॅम्प्लिफायरचे कार्य बिघडले तरी दुसऱ्यांचे कार्य चालूच राहते. अशा परिस्थितीत बिघडलेल्या अॅम्प्लिफायरऐवजी हाताशी मदतीला ठेवलेला सहाय्यक अॅम्प्लिफायर विकंब न होता बिघडलेल्या अॅम्प्लिफायरऐवजी तात्काळ बदलता येतो व संबंधित लाऊडस्पीकर्स गटाची अशा अॅम्प्लिफायरशी लगेच जोडणी करता येते व बंद पडलेल्या अॅम्प्लिफायरचे कार्य चालू करता येते.



आकृती १०-४

लाऊडस्पीकर्सचा गट एका अॅम्प्लिफायरपासून विलग करून त्याची दुसऱ्या अॅम्प्लिफायरशी जोडणी करण्याचे कार्य सुकर व जलद होण्यासाठी "लाऊडस्पीकर विभागणी फलक" (Loudspeaker Distribution Board) वापरला जातो. आकृती १०-४ मध्ये अशा फलकाचा एक नमुना दर्शविला आहे. अशा फलकावर निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्यासाठी तीन पिनांचे प्लग बसविलेले असतात. निकडीच्या प्रसंगी अॅम्प्लिफायरशी हा फलकातर्फे जोडणी केलेल्या सर्व लाऊडस्पीकर्सच्या पिनांची जोडणी दुसऱ्या अॅम्प्लिफायरसाठी वापरलेल्या व समान जागी बसविलेल्या प्लगशी वेळ न दवडता करता येते व दुसरा अॅम्प्लिफायर लगेच कार्यान्वित करता येतो.

अॅम्प्लिफायर प्रमाणेच मदतीसाठी हाताशी ठेवण्याचे दुसरे उपकरण म्हणजे मायक्रोफोन्स. मायक्रोफोन्समध्ये मात सामान्यतः बिघाड उत्पन्न होण्याची शक्यता बरीच कमी असते. परंतु क्वचित प्रसंगी आकस्मिकपणे एखाद्या मायक्रोफोन चुकीने लाथाडला जाण्याची किंवा उंचावरून पडण्याची व त्यामुळे निकामी होण्याची शक्यता असल्याने आवश्यकतेपेक्षा एक दोन जास्त मायक्रोफोन्स हाताशी ठेवणे फायदेशीर असते.

लाऊडस्पीकर्समध्ये बिघाड झालाच तर काही विवक्षित श्रोत्यांनाच कार्यक्रम ऐकू येईनासा होतो. परंतु अशी अडचण फार मोठी नसते. सर्व सामान्यपणे कायम चुंबकाचा वापर केलेल्या मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर्समध्ये सहसा बिघाड उत्पन्न होत नाहीत. अगदी क्वचित प्रसंगीच व्हॉईस कॉईल खंडित (Open) होण्याची शक्यता असते. स्तंभाच्या लाऊडस्पीकर्सचे बाबतीत एकसरी जोडणीतील कोणत्याही एखाद्या लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल खंडित (Open) झाल्यास सर्व स्तंभांचे कार्य बंद पडण्याची शक्यता असते. विश्वसनीय कार्याच्या दृष्टीने समान्तर जोडणीचे किंवा एकसरी समान्तर अशा मिश्र जोडणीचे लाऊडस्पीकर स्तंभ (Loudspeaker Columns) अधिक पसंत केले पाहिजेत. कित्येकदा लाऊडस्पीकर स्तंभातील एखाद्याच लाऊडस्पीकरमध्ये बिघाड होऊन व्हॉईस कॉईल चुंबक ध्रुवांवर (pole pieces) बसतून वरचरीत आवाज (grating sound) निर्माण होण्याची शक्यता असते. परंतु इतर लाऊडस्पीकर्सच्या आवाजात हा बिघाड कसात येणा-सारखा नसतो.

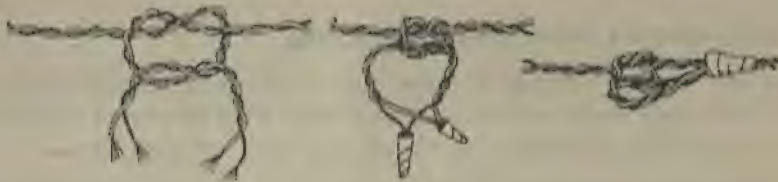
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत बिघाड निर्माण करणारा दुसरा घटक म्हणजे "लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर". लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये कॉईल खंडित (Open) होण्याचा संभव असतो. परंतु दर्जेदार बनावटीच्या

काइन ट्रेन्सफॉर्मर्समध्ये ही शक्यता जरीच कमी असते. काइन ट्रेन्सफॉर्मर्सवर आऊटपुट ट्रेन्सफॉर्मर्स प्रमाणे प्रवाह लहरीचा जास्त ताण पडत नाही आणि त्या दृष्टीने आऊटपुट ट्रेन्सफॉर्मर्सप्रमाणे त्यामध्ये विघाड होण्याचे प्रमाण जास्त नसते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत त्रास देणारा अधिक एक थटक म्हणजे मायक्रोफोन केबल्स आणि लाऊडस्पीकरच्या जोडतारा. जोडतारा बारबार वाकविल्या व मुडपल्या गेल्याने त्या नुटण्याची कार शक्यता असते, तार अर्धवट तुटली तर कित्येकदा तिचा संपर्क तात्कालिक जोडतो किंवा तुटतो व त्यामुळे असा विघाड फोधणे कठीण जाते.

जोडतारा सामान्यतः प्लगशी ज्या ठिकाणी जोडलेल्या असतात त्याच्या जवळपासच मुडपल्या जाऊन नुटण्याचा संभव असतो. केबल्स व जोडतारांचा ह्या ठिकाणचा सुमारे ३ इंचांचा भाग कापून त्याची विशिष्ट वापरानंतर प्लगशी पुनरपि नव्याने जोडणी करण्याचा उपक्रम अंमलात आणला तर जोडतारांच्या विघाडांमुळे निर्माण होणारी डोकेदुखी टाळता येण्यासारखी असते.

एका जोडतारेची दुसऱ्या जोडतारेशी सांधणी करून जोडतारेची लांबी जेव्हा वाढविली जाते तेव्हा जोडतारांच्या अशा जोडणीवर ताण पडल्यामुळे सांधणी नुटण्याची शक्यता असते. अशा वेळी जोडतारांवर प्रथम पक्की पाठण मारून नंतर त्यांची जोडणी केली तर जोडणीवर ताण पडत नाही.



आकृती १०-५

आकृती १०-५ पाहा. जोडणीवर बसविलेली प्लॅस्टिकची किंवा साधी इन्शुलेशन टेप जर निवडलेली किंवा निघून गेली तर जोडतारा एकमेकांशी चिकटून संक्षिप्त (Short) होण्याची शक्यता असते. जोडतारांच्या जोडणीवरील इन्शुलेशन टेपची मधून मधून तपासणी केली पाहिजे.

कार्यनिरीक्षक साधने (Monitors)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात विघाड उत्पन्न झाला तर कार्यक्रमात व्यत्यय न आणता तो ताबडतोब शोधून काढी सेकंदांच्या कालावधितेच त्याची दुरुस्ती करणे शक्य झाले पाहिजे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील निरनिराळ्या उपकरणांपैकी कोणत्या विशिष्ट उपकरणांत विघाड उत्पन्न झाला आहे हे तात्काळ दर्शविण्यासाठी निरनिराळ्या उपकरणासाठी कार्यनिरीक्षक साधनांचा (Monitoring devices) उपयोग केला जातो ह्या कार्यनिरीक्षक साधनांच्या सहाय्याने विघाडाविषयीचा दृश्य किंवा श्राव्य स्वरूपात इशारा मिळू शकतो.

ध्वनिलहरीमुळे मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या श्राव्य विद्युतलहरींची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या नंतरच्या म्हणजे मायक्रोफोन मिक्सर विभागातून यथोचित प्रगती होत आहे किंवा नाही ह्यावर लक्ष देण्यासाठी मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये एका जॅकची सोप साामान्यतः केली जाते. ह्या जॅकमध्ये हेडफोन्सची जोडणी करून श्राव्य विद्युतलहरी प्रत्यक्षपणे ऐकता येतात व मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचे कार्य यथोचित चालू आहे किंवा नाही ह्याची ताबडतोब जाबणी करता येते.

ॲम्प्लिफायरसाठी छोट्या कार्यनिरीक्षक लाऊडस्पीकरचा (Monitoring Loudspeaker) वापर केला जातो. ह्या लाऊडस्पीकरतर्फे ॲम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धित झालेल्या धाव्य विद्युत्प्रवाहाची हळू आवाजात सतत ऐकण्याची सोय करता येते व ॲम्प्लिफायरच्या कार्यावर एकसारखी देखरेख ठेवता येते.

हेडफोन्स किंवा छोट्या लाऊडस्पीकर्सऐवजी मायक्रोफोन मिक्सर व ॲम्प्लिफायरसाठी मीटर्सचा वापर करणेही शक्य असते. मीटर्सवर दर्शविल्या जाणाऱ्या नोंदणीवरून मायक्रोफोन मिक्सर आणि ॲम्प्लिफायरच्या कार्याविषयीचा दृश्य स्वरूपात पडताळा घेता येतो.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी जर बरातील इलेक्ट्रिक पुरवठ्याचा वापर केलेला असेल तर इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी एक लाल रंगाचा पायलट दिवा (pilot lamp) सतत जोडून ठेवलेला असणे छट असते. काही कारणांनी इलेक्ट्रिक पुरवठ्यात खंड पडला तर पायलट दिवा न प्रज्वलित झाल्याचे ताबडतोब लक्षात येते व त्यावरून इलेक्ट्रिक पुरवठा बंद पडल्याचा तात्काळ इशारा मिळू शकतो. विद्युत्सनीय कार्यासाठी दोन वेगळे किंवा स्वतंत्र असे इलेक्ट्रिक पुरवठे अगोदरच ठेवणे छट असते. अशा दोन्ही इलेक्ट्रिक पुरवठ्यांशी पायलट दिवे जोडून ठेवले तर एक इलेक्ट्रिक पुरवठा बंद पडला तर दुसऱ्या चालू पुरवठ्याचा चटकन उपयोग करणे शक्य असते.

बंद पडलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची जलद तपासणी

कार्यक्रम चालू असताना ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अचानक बंद पडली तर बिघाड उत्पन्न झालेला विभाग शोधून काढण्यासाठी खालील क्रमिक तपासणी करता येते व बिघाड उत्पन्न झालेला विभाग बदलून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे कार्य पुन्हा जलद चालू करता येते :—

(१) इलेक्ट्रिक पुरवठा जर बंद पडलेला असेल तर पायलट दिवा विश्लेषावरून असा बिघाड तात्काळ समजून येईल. अशा परिस्थितीत दुसऱ्या इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी सर्व उपकरणांची ताबडतोब जोडणी करता येते.

(२) इलेक्ट्रिक पुरवठा चालू असेल तर त्यानंतर मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या कार्याची तपासणी हेडफोन्स किंवा मीटरसारख्या कार्यनिरीक्षक साधनातर्फे करता येते. मायक्रोफोन मिक्सरचे कार्य बंद पडलेले आढळले तर दुसरा मायक्रोफोन हाताशी असल्यास त्याची जोडणी करून मिक्सर विभागाचे कार्य चालू होते किंवा नाही ते पहावे. दुसरा मायक्रोफोन वापरून मिक्सर कार्य सुरू झाले तर पहिल्या मायक्रोफोनमध्ये बिघाड दर्शविला जातो. दुसरा मायक्रोफोन वापरूनही मिक्सर कार्य सुरू होत नसेल तर हाताशी मदतीस ठेवलेला मायक्रोफोन मिक्सर ताबडतोब बदलून कार्यान्वित करता येतो.

(३) ॲम्प्लिफायरमधील बिघाड छोट्या कार्य निरीक्षक लाऊडस्पीकरच्या साहाय्याने लगेच दर्शविला जातो. ॲम्प्लिफायरमध्ये बिघाड होऊन त्याचे कार्य बंद पडलेले असेल तर मदतीस राखून ठेवलेला दुसरा सुस्थितीत असलेला ॲम्प्लिफायर ताबडतोब कार्यान्वित करून सर्व लाऊडस्पीकर्सची जोडणी लाऊडस्पीकर विभागाशी फलकातर्फे ह्या ॲम्प्लिफायरशी करून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था जलद चालू करता येते.

असो, हे शेवटचे प्रकरण संपविण्यापूर्वी एक सूचना येथे द्यावीशी वाटते आणि ती म्हणजे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निर्माण होणारे ९० टक्के बिघाड ह्या प्रकरणाच्या सुरुवातीला दिलेल्या

तपासणीचा उपक्रम नित्य अवलंबित्यास निश्चितपणे टाळणे शक्य असते. व्हॉल्ट्ज् अॅम्प्लिफायर्सच्या बाबतीत व्हॉल्ट्ज्मध्ये जरी बऱ्याच प्रमाणात बिघाड होत असले तरी व्हॉल्ट्ज् एकाएकी असे क्वचितच खराब होतात. ते खराब होण्यापूर्वी हळूहळू कार्यक्षीण होत जातात व नंतरच निकामी होतात. इलेक्ट्रिक कंडेन्सर्सही खंडित (open) किंवा संक्षिप्त (short) होण्यापूर्वी गुणगुण आवाज (hum), आंदोलक लहरी (oscillations), बगैरे शारये बिघाड उत्पन्न होतात. जोड-तारांमध्ये पुष्कळदा जरी खंड पडत असला तरी तो देखील एकाएकी निर्माण होत नाही. जोडतार एकसारखी मुडपली जाऊ लागली तर साहजिकच ती तुटते. परंतु अनेक धाग्यांची तार (stranded wire) केवळ एकेरी धाग्यावर कित्येकदा जोडलेली राहाते. हा एकेरी धागा शेंबटी तुटण्यापूर्वी जोडतारेचे कार्य बेभरवसा होऊ लागते. तात्पर्य, बहुतेक बिघाडांविषयीची पूर्वसूचना नेहमी मिळतच असते. अडचण एवढीच की ध्वनि तंत्रज्ञाकडून अशा पूर्वसूचनांकडे पुष्कळदा दुर्लक्ष केले जाते !

□ □ □

विषय सूची

<p>अॅम्प्लिफायर (Amplifier)</p> <p>— सामान्य विवेचन . . . १८</p> <p>— ध्वनिबर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ४४</p> <p>— विद्युतबल (Power) . . ४५, ६१-७१</p> <p>— ध्वनिक्रमता प्रतिसाद (Frequency Response). ८८</p> <p>— टोन कंट्रोलस (Tone Controls). ४५-४६</p> <p>— विद्युत पुरवठा (Power Supply). ४७-४८</p> <p>— व्हायब्रेटरचा वापर (Vibrator). . . ४४-४५</p> <p>— जमिनीशी जोडणी (Earthing). ८४-८५</p> <p>— साफसफाई . . . १०९</p> <p>आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर (Output transformer).</p> <p>— सामान्य विवेचन . . . ७२-७३</p> <p>एकतालता (Phasing)</p> <p>— लाऊडस्पीकर कार्यातील ९७-९९</p> <p>एक्स्पोनेन्शियल हॉर्न लाऊड-स्पीकर (Exponential Horn Loudspeaker). ५४</p> <p>कण्यचि लाऊडस्पीकर (Horn Loudspeaker). ५३-५४</p> <p>— रिएन्ट्रन्ट (Re-entrant)/रिफ्लेक्स (Reflex). ५४</p> <p>— एक्स्पोनेन्शियल (Exponential). ५४</p>	<p>— प्रेशर/ड्रायव्हर युनिट (Pressure/driver unit). ५३</p> <p>कॅबिनेट लाऊडस्पीकर (Cabinet Loudspeaker).</p> <p>— विविध प्रकार . . . ५१-५३</p> <p>कार्डिओइड मायक्रोफोन (Cardioid Microphone) २५</p> <p>कालमानात पडणारे अंतर (Time lag). ४, ९४-९५</p> <p>कालविलंबाचे तंत्र (Time Delay). ९५-९६</p> <p>कार्यनिरीक्षक साधने (Monitors/monitoning devices). १११, ११३</p> <p>कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability). ३, १११-११३</p> <p>केबल (Cable)</p> <p>— मायक्रोफोन . . . १६, ५९-६१</p> <p>— संतुलित (balanced) व असंतुलित (unbalanced) जोडणी. ६०-६१</p> <p>— विविध प्रकार . . . ६१</p> <p>कंट्रोल कन्सोल (Control consol). १०७</p> <p>क्रिस्टल मायक्रोफोन (Crystal Microphone).</p> <p>— रचना आणि कार्य . . . ३२</p> <p>— डायफ्रॅग्म (Diaphragm) वापर. ३२</p>
--	---

— साऊंड सेलचा (Sound cell) वापर.	३३	— एकदिश (Uni-directional).	२३, २५-२६
— गुणविशेष (Characteristics)	३३-३४	ध्रुवाभिमुख आलेख (Polar diagram)	
ग्रामोफोन (Gramophone)		— मायक्रोफोन्ससाठी ..	२३-२५
— सामान्य विवेचन ..	१५	ध्वनिकंप्रताप्रतिसाद (Frequency Response)	
— तांत्रिक माहिती ..	८५	— मायक्रोफोन ..	२२-२३
गोंगाट गलबला (Noise) ..	४, ७१	— अॅम्प्लिफायर ..	४५
— मूल्यमापन (Evaluation)	७१-७२	ध्वनि निनाद (Reverberation)	४, ९१-९३
जमिनीशी जोडणी (Earthing)		— मूल्यमापन (Evaluation)	९३-९४
— अॅम्प्लिफायर चासीसची	८४-८५	ध्वनि प्रतिपुष्टी (Acoustic feedback/Acoustic Howl).	४, ८९-९१
जॅक (Jack).		ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था (Sound reinforcement and distribution system)	
— मायक्रोफोन प्लग जोडणीसाठी	६२	— उद्दिष्टे, उपयुक्तता ..	१
जोडतारा (Cables)		— मूलभूत स्वरूप ..	२
— लाऊडस्पीकर जोडणीसाठी	१९, ६२	— दोन प्रकारात वर्गीकरण ..	२-३
— तपासणी ..	११०-१११	— योग्य उपकरणांची निवड	३
ड्रायव्हर युनिट (Driver Unit)		— आदर्श व्यवस्था ..	३
— कर्ण्यन्त्या लाऊडस्पीकरसाठी.	५३	— ब्लॉक आराखडा (Block Diagram) ..	१४
टप रेकॉर्डर (Tape Recorder)		— लहान सभागृह ..	१००
— सामान्य विवेचन ..	१६	— मोठे सभागृह ..	१००-१०१
— तांत्रिक विवेचन ..	५१	— शाळा ..	१०१-१०२
टोन कंट्रोलस (Tone Controls)	४५-४६	— फुटबॉल ग्राऊंड ..	१०२-१०३
दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता (Directional property)		— कारखाना/फॅक्टरी ..	१०३-१०४
— बहुदिश (Omni-directional).	२३-२५	— रेल्वे स्टेशन ..	१०४-१०५
— द्विदिश (Bi-directional)	२३, २५	— विमानतळ ..	१०५-१०६
		— थिएटर ..	१०६-१०७

— फिरल्या व्यवस्था (Mobile systems) १०७-१०८

— नित्य देखभाल १०९

— शब्द पडलेल्या व्यवस्थेची जलद तपासणी ११४-११५

ध्वनिवितरण (Sound distribution)

— आवाजाची पातळी कमी ठेवून (Low level distribution) ९२-९३

— दिशावाही (directional) क्षेत्राचा अवलंब करून ९३

ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Acoustics)

— मूलभूत तत्त्वे ११-१३

ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Physics of Sound)—मूलभूत तत्त्वे

८-११

बॅफल (Baffle)

— कर्णाच्या लाऊडस्पीकर-साठी ५०-५१

मशीनगन मायक्रोफोन (Machine-gun microphone) २६

मायक्रोफोन (Microphone)

— मुख्य प्रचलित प्रकार १५, २८

— गुणविशेष (Characteristics) (सामान्य विवेचन) २१-२३

— ध्वनि कंपता प्रतिसाद विवेचन (Frequency Response) (सामान्य विवेचन) २२-२३

— दिशावाही ध्वनियुक्तता (Directional properties) २३

— ध्रुवाभिमुख आलेख (Polar diagram) २३-२४

— सुपर कार्डिओइड मायक्रोफोन (Super cardioid microphone) २५

— मशीनगन (Machine-gun) मायक्रोफोन २६

— संरोधन (Impedance) २७

— संवेदनशीलता (Sensitivity) २७-२८

— संवेदनशीलता मोजमाप २७-२८

— मुव्हिंग कॉइल (Moving Coil) मायक्रोफोन २९

— रिबन (Ribbon) मायक्रोफोन ३०

— क्रिस्टल (Crystal) मायक्रोफोन ३२-३३

— विविध प्रकार व बनावट ३४-३६

— रेडिओ मायक्रोफोन (Radio Microphone) ३७

— मायक्रोफोन वापरण्याची सामान्य नियम व संकेत ३७

— विविध प्रकारचे स्टॅण्ड्स (Stands) ३७-४०

— प्लग (Plug) ६१

— जॅक (Jack) ६२

— योग्य निवड कशी करावी? ६३-६७

— संरोधनाची जुळवणी (Impedance Matching) ६७-६९

— पॅराबोलिक रिफ्लेक्टर (Parabolic Reflector) २६

— वाऱ्यापासून संरक्षक आच्छादन (Wind Screen) ३१-३२

मिक्सर (Mixer)

- मायक्रोफोन मिक्सर (Microphone Mixer). १७
- विविध मॉडल योजना ४१-४२
- नियंत्रक बटने (Control knobs) सॉकेट (Sockets) इत्यादी.

मुविंग कॉइल मायक्रोफोन (Moving Coil Microphone)

- रचना आणि कार्य २९
- गुणविशेष (Characteristics) २९

रिबन मायक्रोफोन (Ribbon Microphone)

- रचना आणि कार्य ३०
- गुणविशेष (Characteristics). ३०-३१

रेडिओ (Radio) १६

- रेडिओ कार्यक्रमांचे प्रक्षेपण ५८

रेडिओ मायक्रोफोन (Radio Microphone). ३७

लव्हेलियर मायक्रोफोन (Lavalier Microphone). ३४

लाइन ट्रान्सफॉर्मर (Line transformer) १९, ७९-८१

लाऊडस्पीकर (Loudspeaker)

- मुख्य प्रकार २०
- मुविंग कॉइल लाऊडस्पीकर (Moving Coil Loudspeaker). ४९-५०
- बॅफल (Baffle) ५०-५१
- विविध प्रकार ५१-५७

— जोडतारा ६२

— ऑम्प्लिफायरशी जोडणी ७३-८४

— उभारणी ८६-८९

— एकतालता (Phasing) ९७-९९

— तपासणी ११०

— लाऊडस्पीकर विभागणी फलक (Loudspeaker Distribution Board). ११२

लाऊडस्पीकर स्तंभ (Loudspeaker Column). ११२

लाऊडस्पीकर विभागणी फलक (Loudspeaker Distribution Board) ११२

विद्युतशास्त्र (Basic Electricity)

— मूलभूत माहिती ५-८

विद्युत धोक्यापासून सुरक्षितता (Protection from Electric shock). ४

व्हायब्रेटर (Vibrator) ४७

हॉल्व्ह (Valve)

— नियमित तपासणी १०९-११०

समस्या

— ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील प्रमुख समस्या.

सुपर कार्डिओइड मायक्रोफोन (Supercardioid microphone). २५

संरोधन (Impedance)

— मायक्रोफोन्सचे २७, ६८-६९

— जुळवणी ६७-६९

— लाउडस्पीकर्सची जाडणी
करताना संरोबनाची
जुळवणी (Impedance
Matching).

७२-८४

संवेदनशीलता (Sensitivity)

— मायक्रोफोनची संवेदनशीलता
(Microphone Sensitivity).

२७

— मोजमाप .. २७-२८

स्टॅन्ड्स (Stands)

— मायक्रोफोन्स उभारणीसाठी ३७-४०

— "बूम" स्टॅन्ड (Boom
stand) ४०

— "गूज-नेक" स्टॅन्ड (Goose-
neck stand) ३९

— टेबल स्टॅन्ड (Table stand) ४०

स्थिर विद्युतदाब योजना ८२-८४
(Constant Voltage System)

परिभाषिक शब्दांची सूची

A

Absorption	शोषण
Acoustics	ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्म (सभागृहाचे)
Acoustic feedback	व तत्संबंधित ध्वनिविज्ञानासून
Acoustic Howl	ध्वनि प्रतिपुष्टी
Acceptance Angle	ध्वनि प्रतिपुष्टी
Amplification	ग्रहणकोन
Amplitude	प्रवर्धन
	विस्तार, आयाम

B

Balanced	संतुलित
Basic Electricity	विद्युतशास्त्र
Bass	संद्रस्वर
Bimorph	जोडपट्ट्या
Bidirectional	द्विदिश

C

Capacitance	धारणशक्ती
Capacitive reactance	धारणात्मक अवरोध
Characteristics	गुणविशेष
Control Panel	समीक्षण यंत्रणा
Cone	शंखाकृती पडदा
Coupling	जोडणी
Cycle	सायकल

D

Dead Area	ध्वनिरहित क्षेत्र
Directional property	दिशावाही ध्वनिग्रहण पावता
Distortion	विकृती
Distribution Board	विभागणी फलक

E

Earthing	जमिनीशी जोडणी
Efficiency	कार्यक्षमता
Exponential law	घातांक नियम

F

Feeder	जोडतारा (लाऊडस्पीकरसाठी)
Frequency Response	ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद
Frontal pick-up area	पुढील बाजूने ध्वनिलहरी झेलण्याचे क्षेत्र

H

High Fidelity reproduction	नैसर्गिक व हुबेहुब पुनरुत्पत्ती
Hiss	खरखर आवाज
Hum	गुणगुण आवाज

I

Impedance	संरोधन
Input Impedance	पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन
Induction	प्रवर्तन
Indoor Installation	बंदिस्त जागी उभारणी
Instability	अस्थिरता (अॅम्प्लिफायर कार्यातील)
Insulation	विद्युत विरोधक आवरण

L

Loudspeaker Columns	लाऊडस्पीकर स्तंभ
---------------------	------------------

M

Magnetic Lines	चुंबकीय विकर्ण रेषा
Matching	जुळवणी
Matching transformer	जुळेसा किंवा योग्य जुळवणीचा ट्रॅन्सफॉर्मर
Mechanical pressure	यांत्रिक दाब
Monitoring Devices	कार्यनिरीक्षक साधने

N

Negative Terminal	ऋणाय
Noise level	खरखराटाची पातळी

O

Omnidirectional	वृत्तुदिश
Open Circuit	खंडित मंडल
Outdoor Installation	मूल्या जागेवरील उभारणी

P

Parallel	समान्तर
Phasing	एकताळता
Phycsis of Sound	ध्वनिविज्ञाशास्त्र
Piezo Electricity	दमन विद्युतशक्ती
Polar Diagram	ध्रुवाभिमुख आलेख
Pole piece	चुंबक ध्रुव

P

Positive Terminal
Power

धनाध
विद्युत शक्त

R

Rattle
Rear Rejection Area
Reference level
Reliability
Resistance
Reverberation
Rumble
Rejection Angle

खडखड आवाज
मागील बाजूवरील ध्वनिनिरोधनाचे क्षेत्र
संदर्भ पातळी
विश्वसनीयता
विद्युत विरोध
ध्वनि तिनाव
थरथर आवाज
निरोधन कोन

S

Scatter surfaces
Sensitivity
Series
Shield
Short Circuit
Stand-by Equipment
Sound Distribution
Sound Projection
Sound-proof chamber
Sound level
Sound Reflector
Sound Reinforcement

ध्वनी फैलावणारे पृष्ठभाग
संवेदनशीलता
एकसरी
चिल्लती आवछादन
संक्षिप्त मंडळ
सहाय्यक प्रतिउपकरणे
ध्वनिवितरण
ध्वनिप्रक्षेपण
ध्वनी अभेद्य कोठी
ध्वनिपातळी
ध्वनिपरावर्तक तबकडी
ध्वनिबर्धन

T

Time Delay
Time Lag
Tone Quality
Transmission Lines
Treble

काल विरंब
कालमात्नात पडणारे अंतर
स्वरधर्म
वाहक जोडतारा
उच्च स्वरलहरी

U

Unbalanced
Uniform Response
Unidirectional

असंतुलित
समसमान प्रतिसाद
एकदिश

V

Volume level (sound)
Voltage

ध्वनिपातळी
विद्युतदाब

ग्रंथसूची

(1) " Public Address and Sound Distribution Handbook "

(A practical guide to the planning, installation and maintenance of electronic sound amplification equipment) by Alex J. Walker, Hon. Secretary, The Association of P.A. Engineers, London.

Published by George Newnes Ltd., Tower House, Southampton Street Stand, W.C. 2.

(2) " Public Address Handbook "

A manual of Sound Reinforcement by Vivian Capel, Fountain Press Ltd., 46/47, Chancery Lane, London, W.C. 2A 1JU.

(3) " Practical P.A. Guidebook "

(How to install, operate and service public address systems) by Norman H. Crowhurst, Hayden Book Company, INC., Rochelle Park, New Jersey.

(4) " Audio Systems Handbook "

by Norman H. Crowhurst, TAB Books, Blue Ridge Summit, P.A. 17214.

(5) " Public Address Systems "

by Robert Edgar, Bernards (Publishers) Ltd., London.

(6) " The Right Microphone in the right place " Philips publication.

